



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

**“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTÁICO PARA
ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN FUNDO MARÍA
ANGÉLICA – JAYANCA”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

JOSE ERLIN QUISPE FERNANDEZ

ASESOR:

Mgtr. Desiderio Enrique Díaz Rubio

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

“MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS”

CHICLAYO – PERÚ

2018



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE SUSTENTACION

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 9:00 horas del día 14 de diciembre de 2018, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección de investigación N°3033-2018-UCV-CH -2018-UCV-CH, de fecha 10 de diciembre de 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTÁICO PARA ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN FUNDO MARÍA ANGÉLICA - JAYANCA**, presentado por el(la) (los) bachiller QUISPE FERNÁNDEZ JOSÉ ERLIN con la finalidad de obtener el título de Ingeniero mecánico electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

Presidente : Ing. Dávila Hurtado Fredy
Secretario : Ing. Celada Padilla James Skinner
Vocal : Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBAR POR MAYORIA

Siendo las 9:50 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 14 de diciembre de 2018

Ing. Dávila Hurtado Fredy
Presidente

Ing. Celada Padilla James Skinner
Secretario

Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo
Vocal

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, salud, y guiarme en todo momento para poder lograr el anhelo que todo ser humano desea en esta vida.

A mis padres: QUISPE CABRERA JOSE y ESTHER FERNANDEZ CAMPOS, por ese gran sacrificio diario de velar por todos sus hijos, quien con su amor han inculcado valores y su apoyo moral y económico a lo largo de mi formación académica profesional

A mis queridos e incondicionales hermanos: quienes siempre me dieron su respaldo en toda la circunstancia de mi vida.

A todos familiares y mis amigos por su apoyo constante.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios, por su amor infinito, su compañía en todo momento quien me ha llenado de muchas bendiciones y fortalezas cada día de mi vida.

Agradezco a mis padres, por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera profesional quienes con su esfuerzo y sacrificio han hecho de ellos un gran ejemplo a seguir.

A mis docentes por tener que compartir sus experiencias y enseñanzas durante mi formación académica.

A mi asesor por ese apoyo incondicional y por sus conocimientos brindados para que esta tesis se haya logrado desarrollar.

A las personas, compañeros que de alguna u otra forma me brindaron su ayuda para poder lograr la realización de este proyecto.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo José Erlin Quispe Fernández con DNI N° 70043948, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de mecánica eléctrica, declaro bajo juramento que toda la información que acompaño es veraz y autentica. Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 10 de agosto de 2018.



José Erlin Quispe Fernández

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada: “Diseño De Un Sistema Fotovoltaico Para Abastecimiento De Energía Eléctrica En Fundo María Angélica Jayanca”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

El Autor

INDICE

ACTA DE SUSTENTACION.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
INDICE	vii
Índice de Figuras:.....	x
Índice de Tablas	xi
Índice de Ecuaciones.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1.1. A nivel internacional.....	16
1.1.2. A nivel Nacional.....	17
1.1.3. A nivel local.....	17
1.2.1. A nivel internacional.....	18
1.2.2. A nivel nacional	19
1.2.3. A nivel local.....	19
1.3.1. Radiación Solar	20
1.3.2. Sistema Fotovoltaico.....	25
1.3.3. Componentes de un sistema fotovoltaico.	32
1.3.4. Cables	38
1.3.5. Estructura de soporte.....	39
1.3.6. ventajas de la energía solar Fotovoltaica.	39
1.3.7. desventajas de la energía solar Fotovoltaica.	40
1.3.8. Factor de simultaneidad.	41
1.3.9. Procedimiento de calculo	41
1.3.10. Factor de carga.	43
1.7.1. Objetivo General	45
1.7.2. Objetivos específicos.....	45
II. METODO.....	45
2.1. Diseño de la investigación:	45

2.2.	Variables, operacionalizacion.....	47
2.3.	Población y muestra	48
2.3.1.	Objeto de análisis (OA).....	48
2.3.2.	Población (N) y Muestra (n).	48
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	48
2.4.1.	Validación.....	48
2.4.2.	Confiabilidad	48
2.5.	Métodos de análisis de datos	49
2.5.1.	Aspectos éticos	49
III.	RESULTADOS.....	50
3.1.	Determinación de la demanda de energía eléctrica en el fundo María Angélica. 50	
3.1.1.	Cálculo de la potencia instalada.	50
3.1.2.	Cuadro de carga diaria.	52
3.1.3.	Cálculo de la energía diaria.....	53
3.1.4.	Calculo de la máxima demanda.....	54
3.2.	Evaluación de los niveles de radiación solar y determinación del potencial fotovoltaico.....	56
3.2.1.	Localización del fundo María Angélica.....	56
3.2.2.	Evaluación de la radiación solar	58
3.3.	selección del equipo electromecánico del sistema fotovoltaico para abastecer la demanda de energía eléctrica en el fundo María Angélica.	63
3.3.1.	Calcular la cantidad de paneles fotovoltaicos.....	63
3.3.2.	Calcular la cantidad de acumuladores	68
3.3.3.	Seleccionar del inversor cargador	71
3.3.4.	Selección de cables	73
3.3.5.	Dispositivos eléctricos de seguridad	74
3.4.	Evaluación económica del proyecto.....	75
3.4.1.	Determinación de costos	75
3.4.2.	Determinación ingreso	79
3.4.3.	Evaluación económica.....	79
IV.	DISCUSIÓN	81
	CONCLUSIONES	83
	RECOMENDACIONES.....	84
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	85
	ANEXOS	87
	ANEXO 01. FICHAS TECNICAS DE EQUIPOS SELECCIONADOS	87

ANEXO 2.- Mediciones de nivel de la radiación solar en Campo	94
ANEXO 03 Planos.....	98
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	107
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LA TESIS.....	108
AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	109

Índice de Figuras:

Figura 1Esquema de distribución de radiación.....	21
Figura 2Radiación solar y componentes.	22
Figura 3Geometría solar.....	24
Figura 4Definición de horas solares pico.....	25
Figura 5Fabricación de la célula y el panel fotovoltaico.	27
Figura 6Funcionamiento célula silicio.....	28
Figura 7Características I-V Y P-V de una célula fotoeléctrica	30
Figura 8Distanciamiento entre filas de módulos fotovoltaicos.	31
Figura 9Conexiones del regulador en una instalación fotovoltaica.....	33
Figura 10Ejemplo de la evolución de la vida útil de la batería en función de la profundidad de descarga de la misma.....	35
Figura 11formas de conexión de acumuladores.....	37
Figura 12Diagrama de carga diaria	55
Figura 13vista satelital de la ubicación del fundo	57
Figura 14Pantallazo de la página web de referencia para radiación	58
Figura 15Datos entregados por la NASA según coordenadas	60
Figura 16Mapa interactivo de atlas solar.....	62
Figura 17Aproximación a la leyenda del atlas solar	62
Figura 18Diagrama de conexiónado del inversor	73
Figura 19Instalación del sistema en caseta del grupo electrógeno	73
Figura 20Diagrama unifilar del sistema	75
Figura 21Costo del panel y acumulador solar	76
Figura 22Costo de Inversor Cargador	76
Figura 23Vida útil de la batería.....	78

Índice de Tablas

Tabla 1	Componentes de radiación solar.	21
Tabla 2	Radiación Solar diaria promedio anual para diferentes lugares del Perú.	23
Tabla 3	Eficiencia de células fotovoltaicas.	29
Tabla 4	Potencia nominal de los dispositivos	50
Tabla 5	tiempo de funcionamiento de los equipos durante el día	52
Tabla 6	Energía diaria consumida por el fundo	53
Tabla 7	Cuadro de máxima demanda	54
Tabla 8	Factor de simultaneidad	55
Tabla 9	factor de carga.	56
Tabla 10	Resumen de la máxima demanda	56
Tabla 11:	Coordenadas del fundo.	57
Tabla 12	Conversión de coordenadas	58
Tabla 13	Radiación en el fundo	61
Tabla 14	Radiación mínima en el fundo	63
Tabla 15	Factores para el cálculo del rendimiento global	64
Tabla 16	Otros parámetros para cálculo del rendimiento global	64
Tabla 17	Energía requerida	65
Tabla 18	Horas solares pico	66
Tabla 19	Potencia del campo solar	66
Tabla 20	Parámetros del panel seleccionado	67
Tabla 21	Cantidad de paneles en paralelo	68
Tabla 22	Cantidad total de paneles	68
Tabla 23	Energía requerida del banco de baterías	69
Tabla 24	Capacidad requerida por el sistema	70
Tabla 25	Cantidad de acumuladores	71
Tabla 26	Características del inversor	72
Tabla 27	Comparación de parámetros	72
Tabla 28	Sección de cables	74
Tabla 29	Costo de Materiales	77
Tabla 30	Costo de instalación	77
Tabla 31	Costo de inversión	78

Tabla 32Consumo de combustible en el fundo	79
Tabla 33Costo de mantenimiento.....	79
Tabla 34Flujo de caja	80
Tabla 35Evaluadores económicos	80

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Cálculo de la potencia en Watts.	25
Ecuación 2. Potencia expresada en Watts - Hora (Wh).	25
Ecuación 3. Efecto sombras.....	30
Ecuación 4. Energía eléctrica expresada en Kw-h.....	41
Ecuación 5. Energía real	42
Ecuación 6. Rendimiento global.....	42
Ecuación 7. Cálculo de la capacidad de la batería.....	43
Ecuación 8. Muestras observandas	46
Ecuación 9. Factor de simultaneidad	55
Ecuación 10. Factor de carga.....	56
Ecuación 11. Energía real	64
Ecuación 12. Horas solares pico (h)	65
Ecuación 13. Potencia del campo solar (w)	66
Ecuación 14. Ramas de Paneles en paralelo.....	68
Ecuación 15. Capacidad requerida del sistema	70
Ecuación 16. Capacidad requerida del sistema	70

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se realizó a causa de la carencia de energía eléctrica en el Fundo María Angélica del Distrito de Jayanca la misma que hoy en la actualidad involucra una problemática y a la vez una necesidad puntual para el desarrollo y bienestar de los integrantes de este fundo, es por esta razón que se planteó el diseño de un sistema fotoeléctrico que brinde la energía suficiente para satisfacer las necesidades de dicho fundo. La inexistencia de energía en este fundo es por causa de lejanía de las redes eléctricas, es por la misma razón que la concesionaria (electro norte) no lo ha considerado viable dentro del proyecto llevar energía a este fundo; pero a través de una inspección insitu del fundo se determinó que los costos para el suministro de energía eléctrica a través de un grupo electrógeno son muy excesivos llegando a un gasto de S/. 2 452.80 anual en combustible. Es por eso que se ha planteado proyectar en este proyecto un sistema fotovoltaico que genere 11.26 kWh diarios el mismo que podrá abastecer energía para todas las necesidades de dicho fundo como son alumbrado, artefactos y electrobomba para abastecimiento de agua, etc.

por ser considerado dos días de autonomía con lo que se logra suministrar la totalidad de energía consumida por el fundo el cual tiene una potencia instalada de 2.95 Kw de los cuales se determinó una máxima demanda de 1.75 kW, de los cuales se pudo seleccionar equipos con tecnologías adecuadas para esta necesidad logrando una evaluación económica positiva.

Según un estudio realizado por el INEI, en el Perú existen localidades lejanas, las cuales para llegar hasta ellas es de complejidad muchas veces debido a la inexistencia de vías de comunicación como también a obras de arte (puentes), para poder transportar los materiales de construcción; estos son los motivos más relevantes por las cuales la electrificación rural tiene particularidades especiales, como infraestructura deplorable, vivienda; entre otros aspectos; estas características limitan la realización de la ejecución de proyectos de electrificación.

Palabras claves: Sistema fotovoltaico, Evaluación económica, Radiación solar.

ABSTRACT

This research project was carried out because of the lack of electric power in the Fundo María Angélica of the District of Jayanca, which today involves a problem and a specific need for the development and well-being of the members of this project. It is for this reason that the design of a photovoltaic system that provides the energy required to satisfy the needs of said fund was considered. The lack of energy in this farm is due to the remoteness of the electricity grids, it is for the same reason that the concessionaire (electro norte) has not considered it viable within the project to bring energy to this farm; but through an insitu inspection of the farm it was determined that the costs for the generation of electric power through a generator are very excessive, reaching an expense of S / . 2 452.80 annual fuel. That is why it has planned to project a photovoltaic system that generates 11.26 kWh per day, which will be able to supply energy for all the needs of the farm, such as lighting, appliances and electric pumps for water supply, etc.

for being considered two days of autonomy with which it is possible to supply all the energy consumed by the farm which has an installed power of 2.95 Kw of which a maximum demand of 1.75 kW was determined, from which it was possible to select equipment with appropriate technologies for this need, achieving a positive economic evaluation.

According to a study carried out by the INEI, in Peru there are distant localities, which to reach them are often complex due to the lack of communication channels as well as works of art (bridges), to be able to transport the materials of building; These are the most important reasons why rural electrification has special characteristics, such as deplorable infrastructure, housing; in other aspects; These characteristics limit the realization of the execution of electrification

projects.Keywords: Photovoltaic system, Economic evaluation, solar radiation

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. A nivel internacional

Con respecto a la escasez de fuentes de energía, realmente nos referimos a la escasez de la disponibilidad del petróleo, la electricidad entre otros recursos naturales; cuando este fenómeno ocurre le denominamos crisis energética. Esta situación puede provocar el aumento de los costos de producción de electricidad. Para el desarrollo de esta investigación se ha tomado como referencia los siguientes estudios.

Hoy en día el consumo de energía se ha incrementado de manera elevada conllevando a una crisis energética que no solo afecta a la población local, regional, nacional sino a toda la población mundial, por causa del cambio climático, alta dependencia tales como el petróleo y sus derivados; y otros factores más, es por esta razón que en la actualidad se están aprovechando otras fuentes tecnológicas de poder generar energía uno de ellos son los sistemas fotovoltaicos; los mismos que son avalados por estudios y proyectos realizados y a la vez comprobado que este sistema puede reducir paulatinamente los costos de operación.

Por otro lado (Pasquevich, 2014, p. 22), sostiene que lo interesante de este sistema es que se puede realizar en cualquier parte del mundo en donde el nivel de radiación sea el adecuado para que el sistema funcione de manera adecuada.

En el año 2009, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial realizó un estudio en donde indica que el consumo de energía se está incrementando a nivel global.

(FAMM, 2009, p. 2), hace mención que de 138 Tera vatios-hora (TWh) a 162 TWh en 2015; para el año 2030 la proyección será de 199 TWh, esto nos demuestra, un aumento del 44%. En los países que no son miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el consumo aumentará el 73%, en comparación con tan solo el 15% en los países integrantes de la OCDE durante el mismo período.

1.1.2. A nivel Nacional

En el año 2010 Soluciones Prácticas, dio a conocer una publicación en donde menciona lo siguiente.

[...] en el Perú, cerca de 6.5 millones de personas, no tiene acceso al servicio eléctrico, la mayoría pertenece a zonas alejadas, donde el panorama es aún más complejo, ya que el 67% de esa población no cuenta con energía eléctrica. (Soluciones Prácticas ITDG, 2010, p. 9).

En el año 2012 el Ministerio de Energía y Minas informó la situación real de la electrificación rural en donde explica por qué no es posible la electrificación rural, mencionando que.

[...] En el Perú existen localidades lejanas e inaccesibles, de tal manera para llegar hasta allí es de complejidad, el consumo de energía eléctrica es reducido, las viviendas están dispersas, existe un bajo ingreso económico por habitante y otros aspectos; estos son los motivos por los cuales limitan la ejecución de proyectos de electrificación a estos lugares ya que tiene una baja rentabilidad económica y no sería viable proyectar una red de instalación eléctrica. Aunque si se realiza proyectos de electrificación rural obtenemos grandes beneficios sociales permitiendo mejoras de educación, salud, integración en las zonas rurales, etc. (Ministerio de Energía y Minas, 2012, p.5).

1.1.3. A nivel local

El fundo María Angélica es uno de los lugares más aislados de la región de Lambayeque con ciertos beneficios que aún no han logrado obtener hasta el momento por las difíciles situaciones de accesibilidad y lejanía en que se encuentra. Uno de ellos es el suministro de energía eléctrica convencional para el funcionamiento de sus equipos eléctricos ya que son necesidades indispensables y básicas para la sostenibilidad económica, confort y bienestar familiar.

De tal manera que en la actualidad El suministro de energía eléctrica en zonas rurales como es el fundo María Angélica principalmente se da mediante energías convencionales, estas emiten altas cantidades de CO₂

que al pasar el tiempo van a ir incrementando la contaminación en el medio ambiente obteniendo consecuencias catastróficas ya que contaminan el aire y destruye paulatinamente la capa de ozono, además este tipo de generación es muy costosa a comparación de otras fuentes de energía

Es por la misma razón que se ha tenido por conveniente realizar el siguiente proyecto de investigación que tiene por finalidad implementar una generación fotovoltaica para suministrar energía eléctrica al fundo maría Angélica y disminuir el uso de las energías convencionales que últimamente vienen ocasionando efectos negativos a nuestro sistema planetario.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. A nivel internacional

Benalcázar, en su proyecto de investigación titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA UTILIZANDO ENERGÍA FOTOVOLTAICA”. Tesis de grado de la Escuela Politécnica Nacional de Quito – Ecuador. La cual tuvo como finalidad el diseño y construcción de un prototipo a través de un sistema de bombeo de agua de pozo utilizando paneles solares. Concluyendo que “los paneles solares aportan la energía requerida para el sistema con una corriente constante, que dependerá mucho también de la intensidad de luminosidad del ambiente. Esta corriente puede ser utilizada para el funcionamiento de la bomba y de los demás elementos de la planta, como también ayudando así al menor consumo y desgaste de batería”. (2012, p.121).

López, en su proyecto de investigación denominado “DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE UNA VIVIENDA AISLADA”. Proyecto de Ingeniería Técnica Industrial universidad Robira 1 virgilia – España. Siendo su principal objetivo el cálculo y determinación de los componentes necesarios para dotar la energía eléctrica fotovoltaica pretendiendo hacer más eficiente el uso de este tipo de instalaciones.

De tal manera se puede apreciar que en el cálculo y la selección de los diferentes equipos que componen este tipo de sistemas fotovoltaicos se

ingresan valores y factores que pueden hacer que dicho sistema se sobredimensione. Esto unido al hecho de que no podemos asegurar el clima ni que el uso de los receptores de la instalación debe estar controlada por el usuario

Por lo tanto desde el planteamiento inicial de un sistema fotovoltaico para electrificar una vivienda aislada, teniendo en cuenta las necesidades de los propietarios y las carencias a nivel de eficiencia energética que hay en instalaciones de este tipo ya existentes, se ha ido profundizando información sobre la existencia de equipos de alta tecnología cuya implementación en este tipo de instalaciones suponga una mejora en el confort y la eficiencia energética en la instalación.

1.2.2. A nivel nacional

Piris, en su proyecto de investigación denominado “ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA AISLADA PARA PEQUEÑAS COMUNIDADES EN PERÚ”. Tesis de Master, Universidad Nacional Agraria Lima – Perú. La cual tuvo como finalidad, “Fomentar el ahorro de energía y la eficiencia energética, mediante un prototipo demostrativo de iluminación y calefacción de agua con energía solar”. En la misma concluye que, “la implementación del prototipo han demostrado que la energía fotovoltaica aislada es una opción viable para comunidades que no tienen acceso a redes eléctricas, ubicadas en Lima (región de la costa), como también la comprobación de ahorro energético en estas zonas fue de manera eficiente”. (2013, p. 78).

1.2.3. A nivel local

El Gobierno Regional de Lambayeque ejecutó un proyecto en el año 2013 la cual tuvo como objetivo electrificar las zonas rurales con energía solar fotovoltaica en las 47 localidades del distrito alto andino de Cañarís; la visión fue contribuir con una mejor calidad de vida de los pobladores de dicho lugar. En este proyecto se invirtieron 3 millones 819 mil 575 nuevos soles. De tal modo que la obra fu ejecutada por la empresa contratista Consorcio de Energía Renovables del Norte, la misma que tuvo un plazo de 180 días calendarios para su ejecución.

Producto del proyecto se instalaron paneles solares los cuales sirvieron para proporcionar fluido eléctrico no solo en las viviendas sino que también en instituciones educativas, para que de esta manera los estudiantes de la zona realicen el uso de la tecnología como son las computadoras, y poder desarrollar actividades educativas que van de la mano con una educación de calidad y de tal manera poder maximizar el nivel de educación en el Perú. Los paneles solares generaban 215 Wp (Watts de potencia pico). Se instalaron 604 paneles solares domiciliarios del cual cada panel tenía una potencia de 51.34 Kilowatts.

Corroborando todos estos avances tecnológicos de aprovechamiento de energía solar, es que se está proponiendo realizar el proyecto en el fundo María Angélica, ya que también cuenta con las características de clima requeridos para el buen desempeño de estos equipos, los mismos que hacen viable a todo proyecto sin que estos generen problemas de contaminación ya que también es un papel muy importante que se tiene en cuenta en proyectos de ingeniería en la actualidad.

1.3. Teorías relacionadas al tema

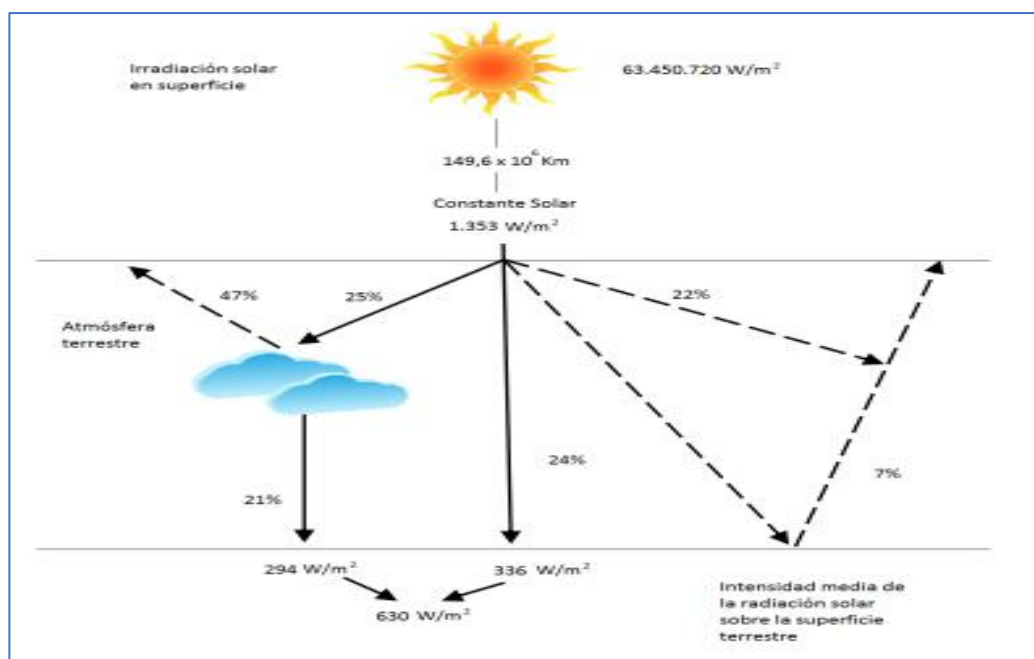
1.3.1. Radiación Solar

La radiación solar es el proceso físico por el medio del cual se trasmite energía en forma de ondas electromagnéticas los cuales viajan a la velocidad de la luz (300,000 km/s).

ORBEGOSO, hace mención que, “la radiación solar, es el resultado de las reacciones nucleares de fusión que llegan a la tierra a través del espacio a través de los fotones (luz) y se relacionan con la atmósfera y la superficie terrestre, y que la radiación solar absorbida por la atmósfera terrestre no es aprovechada a su totalidad”. (2010, p. 11).

Según el Instituto Geofísico del Perú, en términos generales, el 24% de la radiación llega directamente, el 21% de la radiación no llega directamente; Mientras que el 29% se pierde en el espacio. Como se muestra en la siguiente figura.

Figura 1



Esquema de distribución de radiación.

1.3.1.1. Componentes de la radiación solar

Valdivieso, hace mención que la radiación solar se distingue en tres componentes. Ver tabla 01 y figura 02:

Tabla 1

DIRECTA:	Es la que proviene del sol, sin desviar su paso por la atmósfera.
DIFUSA:	Es la que sufre cambios en su dirección principalmente debidos a la reflexión difusión en la atmósfera.
ALBEDO:	Es la que se recibe por reflexión en el suelo u otras superficies próximas, puede ser directa o difusa.

Componentes de radiación la solar.

Figura 2



Radiación solar y componentes.

Según estudios científicos el Perú es el país que contempla mayor radiación solar en el planeta tierra, el mismo que es aprovechado para el desarrollo en energías fotoeléctricas.

A continuación en la tabla 2 se muestra el nivel de radiación en el Perú.

DEPARTAMENTO	RADIACIÓN SOLAR (Kw h/m2 - día)
Tumbes	4,931
Iquitos	4,466
Piura	5,129
San Martín	4,431
Lambayeque	5,001
Cajamarca	4,582
La Libertad	4,861

Tabla 2

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2012)

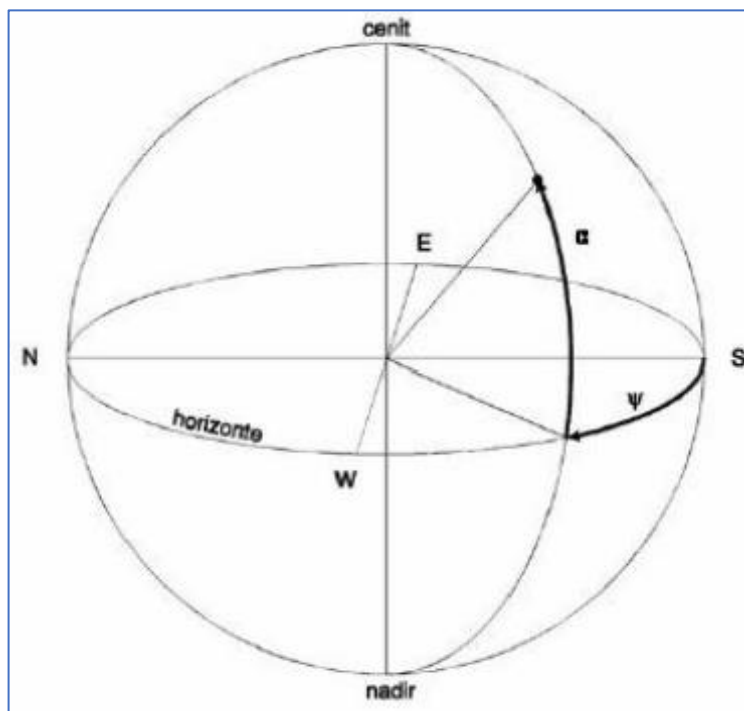
Ancash	5,792
Huánuco	5,152
Cerro De Pasco	5,455

Radiación Solar diaria en el Perú.

1.3.1.2. Geometría solar.

Salas, da a conocer que para determinar la geometría solar es fundamental poder verificar la cantidad de energía que se pueda aprovechar y tener la disposición óptima de un panel fotovoltaico; La orientación se define mediante el ángulo Azimut (Ψ), como se observa en la figura 03, el Azimut se define como el ángulo que forma la dirección sur con el objeto (Positivo hacia el oeste); La altura del sol (α) varía de acuerdo a las estaciones del año, este parámetro es importante, ya que aporta en la creación de sombras y en la irradiación recibida por el módulo. Se mide a partir del horizonte, con un valor de 0° y es positivo en el cenit.

Figura 3



Geometría solar.

1.3.1.3. Horas solares pico. (H.S.P.)

Según Serrano estipula que, Para facilitar el proceso de cálculo en dimensiones fotovoltaicas, se emplea un concepto relacionado con la radiación solar, de tal manera que simplifica el cálculo de las prestaciones energéticas de este tipo de instalaciones, son las horas solares pico” (HSP). Se denomina horas solares pico (HSP) al número de horas diarias que, con una irradiancia solar ideal de 1000 W/m^2 proporciona la misma irradiación solar total que la real de un ese día. Es decir, si se dispone de los datos de irradiación solar de un determinado día y se divide entre 1000, se obtienen las HSP; Se puede deducir fácilmente que, si los valores de radiación solar disponibles están expresados en kW/m^2 , coinciden numéricamente con los que resultan al expresarlos en HSP. Las horas sol pico, nos van a ayudar a conocer la energía disponible. (2016, p. 88).

Todo lo mencionado anteriormente se detalla gráficamente en la siguiente figura.

Figura 4



Definición de horas solares pico.

1.3.2. Sistema Fotovoltaico.

1.3.2.1. Principio básicos de la electricidad en la energía fotovoltaica

La electricidad es el flujo de electrones a través de un circuito; en un circuito el flujo genera presión el cual se mide como voltaje (V). Y el ritmo con el que fluyen se mide como amperaje (A); si el flujo es constante entonces la presión se medirá en Vatios (V). Como se muestra en las siguientes ecuaciones.

Ecuación 1. Cálculo de la potencia en Watts.

$$P = V \times A$$

Donde:

- P = Potencia, expresada en Watts (W).
- V= Voltaje, expresada en voltios (V).
- A= Corriente, expresada en amperes (A)
- 1000 W= 1 Kilo Watt (W).

Ecuación 2. Potencia expresada en Watts - Hora (Wh).

$$E = P \times h$$

Donde:

- E = Potencia, expresada en Watts - Hora (Wh).
- P= Potencia, expresado en watts (W).

- h = horas (h)
- 1000 Wh= Kilo Watt – Hora.

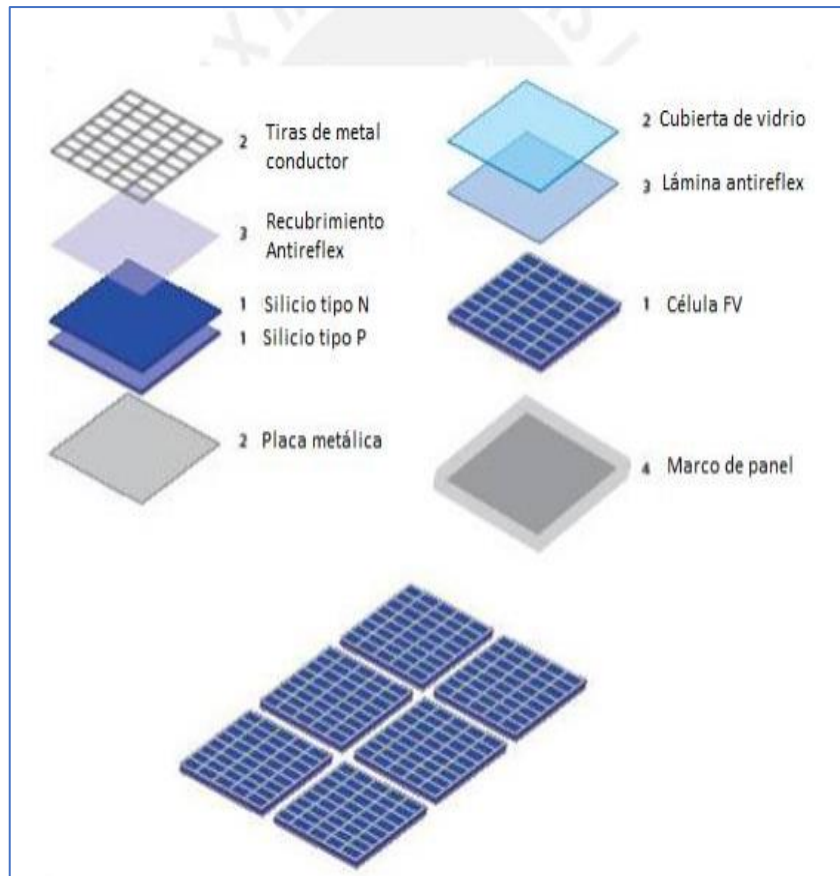
1.3.2.2. Paneles solares

Su principal componente es el silicio, el cual convierte la luz solar en energía eléctrica. Se le denomina panel o modulo al equipo que contiene celdas solares.

Según Valdivieso, hace referencia que, los componentes de un panel fotovoltaico son a través de varias conexiones de células en paralelo o en serie; Para poder maximizar el voltaje se conectan en serie y en paralelo para incrementar la corriente. Para acoplar un panel fotovoltaico, se requiere de laboratorios que deben estar certificadas con estándares de calidad, específicamente en el área de soldadura. Se utilizan principalmente metales de alta conductividad y vidrios.

En la siguiente figura, se esquematiza la estructuración de la célula fotoeléctrica y el panel fotovoltaico.

Figura 5



Componentes de la célula y el panel fotovoltaico.

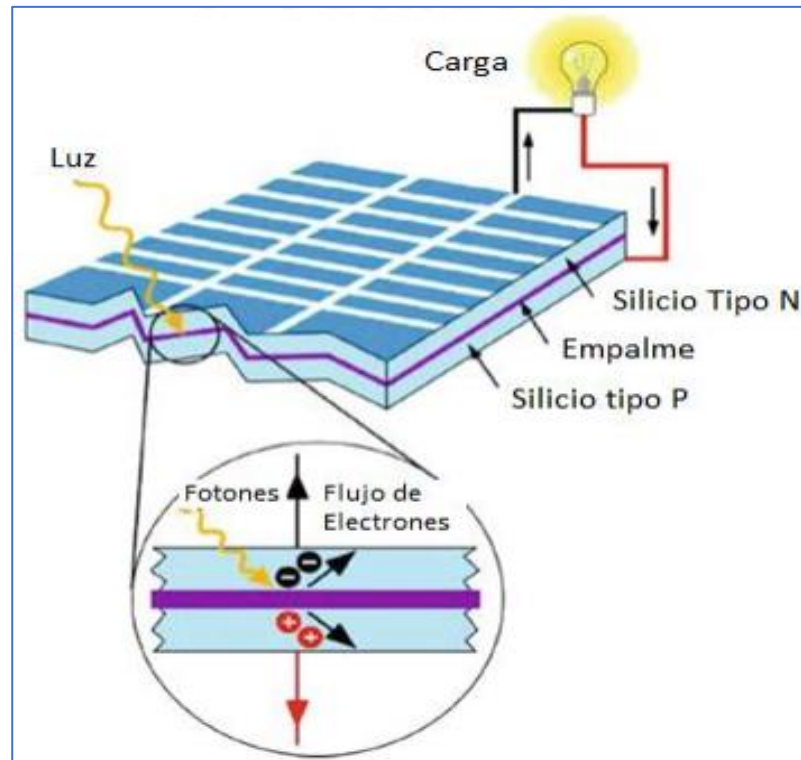
1.3.2.3. Células fotovoltaicas.

Valdivieso, estipula que los paneles fotovoltaicos destinados a generación energética están compuestos por células fotovoltaicas, que es realmente el lugar donde se realiza la transformación de la energía luminosa (fotones) en electricidad (electrones en movimiento), aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores. Dichas células están formadas por dispositivos tipo diodo contruidos por materiales semiconductores en los que artificialmente se ha creado un campo eléctrico constante (mediante una unión p- n), que a recibir radiación solar, se excitan y provocan saltos electrónicos, generando una pequeña diferencia de potencial en sus extremos. La presencia de aumento de temperatura y los electrones pueden fluir del tipo P (positivo) al tipo N (negativo) generando un voltaje interno, el cual ante la presencia de una resistencia se produce una corriente. Debido

a lo propuesto en este proyecto costero la instalación de los módulos debe contener un mínimo de 36 células fotovoltaicas.

Figura 6

Fuente: Valdiviezo Salas, P. D. (2014). Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP.



Proceso de funcionamiento de una célula de silicio.

En el mercado internacional existen diversas tecnologías y tipos de células fotoeléctricas, cada una de ellas con diferentes características, y que su elección dependerá del tipo de lugar proyectado.

Salas, recomienda los siguientes factores que se deben de tener en cuenta para el funcionamiento de un sistema fotoeléctrico, que son los siguientes:

- a) **Cristalinidad:** es por el grado de orden de los átomos que contiene en la estructura cristalina de silicio. Puede ser: monocristalino, policristalino o amorfo.
- b) **Coeficiente de absorción:** Indica como la luz puede penetrar antes de ser absorbida por el material. Esto depende mucho del material de la célula y de la longitud de onda de la luz.
- c) **Costo y complejidad de fabricación:** Esto depende de un gran grupo de factores, número de etapas al momento de realizar el proceso de

fabricación, necesidad de ambiente especial, cantidad y calidad del material, necesidad de mover las células, entre otros.

Fuente: Valdiviezo Salas, P. D. (2014). Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP. Lima pg. 11

Tabla 3

Tecnología	Eficiencia del Módulo
Mono - crystalline Silicon	12.5 – 15 %
Poly-crystalline silicon	11 – 14 %
Copper Indium Gallium Selenide (CIGS)	10 – 13 %
Cadmium Telluride (CdTe)	9 – 12 %
Amorphous Silicon (a-Si)	5 – 7 %

Eficiencia de células fotovoltaicas.

Con respecto a dicha tabla podemos darnos cuenta que la eficiencia de la célula de Silicio mono-cristalina es la más alta, sin embargo su alta pureza y calidad de material que contiene hace que los costos de producción sean elevados y a la vez su precio en el mercado suelen ser muy caros.

Partiendo de los tipos de tecnologías que nos ofrece el mercado, la que más encaja para el presente proyecto de investigación es la policristalina, no solo por sus características tecnológicas sino que será apropiada para generar un buen rendimiento y un costo favorable que estaría al alcance del cliente.

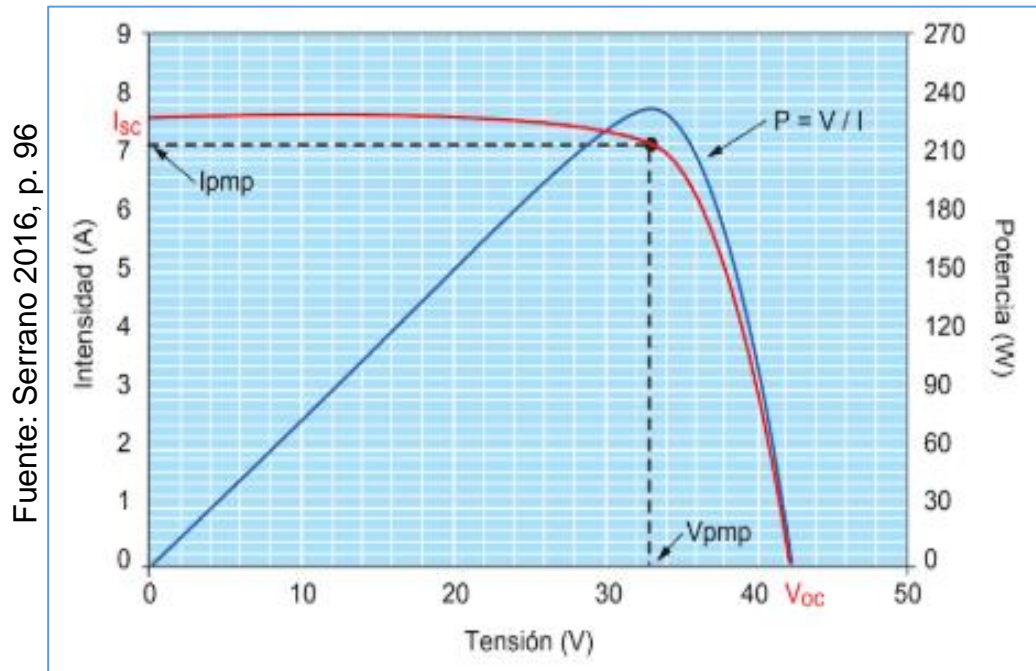
Parámetros de los módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos se caracterizan por su curva tensión – intensidad. En estas curvas pueden identificarse los parámetros más importantes de los módulos, cuyos subíndices suelen provenir del inglés, ya que es así como los fabricantes los especifican en la mayoría de los casos. Estos parámetros son los siguientes:

- **Intensidad o corriente de cortocircuito (I_{sc}):** Es la máxima intensidad cuando se genera un cortocircuito.
- **Tensión a circuito abierto (V_{dc}):** Es el valor máximo de la tensión, que se alcanza en condiciones de circuito abierto. Es decir, sin carga.

- **Potencia máxima generada, potencia pico o punto de máxima potencia (P_{pmp}) en las condiciones estándar de medida:** Es el punto de correspondencia al máximo de la curva de potencia que se muestra en la siguiente figura.

Figura 7



Características I-V Y P-V de una célula fotoeléctrica

1.3.2.4. Efecto sombras

Este efecto de sombras es un gran obstáculo no solo para la potencia que debe entregar sino también para la vida útil de las células fotoeléctricas. En todo campo fotovoltaico es recomendable evitar sombras en los paneles. Para ello se recomienda una distancia mínima en el caso de presencia de un muro, árbol o panel. Para la ubicación correcta de un panel se debe cumplir con los datos de la siguiente ecuación.

Ecuación 3. Efecto sombras.

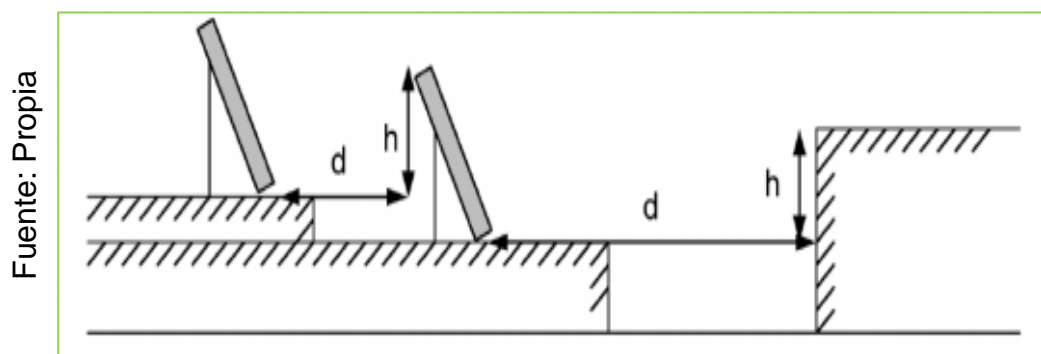
$$d_{min} = \tan^{-1} \frac{H}{d} 17$$

Donde:

d : Distancia entre el panel fotovoltaico y cualquier objeto causante de sombra.

H : Altura de objeto causante de sombra sobre el panel fotovoltaico. Lo cual garantiza que los paneles se encuentren libres de sombras durante por lo menos $8 h/d$, centradas al mediodía, y a lo largo de toda la estación del año.

Figura 8



Distanciamiento entre filas de módulos fotovoltaicos.

1.3.2.5. Orientación

Según una Capacitación de instalación de SFTV en las comunidades de Carmen y Yolosami Marzo, 2015, se recomendó que los paneles deben estar orientados al Norte con una inclinación de 30° sobre la horizontal. Para así garantizar la máxima obtención de radiación solar”.

1.3.3. Componentes de un sistema fotovoltaico.

1.3.3.1. Regulador.

Este dispositivo evitara las sobrecargas que haya en el circuito y así alargar la vida útil de la batería.

Sánchez Quiroga, recomienda que para el funcionamiento correcto de la instalación, entre los paneles (catador) y las baterías (acumulador), ha de instalarse un sistema de regulación de carga (regulador) que es indispensable excepto en el caso de pequeños paneles autorregulados. El regulador tiene como función principal impedir que la batería continúe recibiendo energía del colector solo una vez que ha alcanzado su carga máxima, pues si esto se produce se inician en la batería procesos de gasificación (hidrolisis de agua en hidrogeno y oxigeno) o de calentamiento, que pueden llegar a ser peligrosos y en cualquier caso acortarían constantemente la vida de la misma. Otra función es evitar la sobre descarga, con el fin de evitar que se agote en exceso la carga de la batería, pues como se sabe ese fenómeno puede provocar un sensible disminución de la capacidad de carga, el regulador puede incorporar una alarma luminosa o sonora, o ambas a la vez, previa a la conexión a fin de que se proceda en consecuencia por el usuario. Modernos regladores informan el estado de la carga, el nivel de tensión y van provistos de protecciones adecuadas como fusibles, diodos Zener, etc. (2012, p. 26).

Por otro lado Sánchez, también da a conocer la protección de sobre corriente y sobre tensiones, y que actualmente existen diversas tecnologías accesibles en el mercado; como es el caso que si nos referimos a la forma de conmutación con la batería, encontraremos dos tipos de sistemas de regulación que son: En paralelo, donde el exceso de tensión se controla derivando la corriente a un circuito que disipa la energía sobrante. En serie, que incorpora interruptores, electromecánicos o electrónicos, que desconectan el generador cuando la tensión excede de un determinado nivel de referencia. (2012, pág. 27).

Figura 9



Conexiones del regulador en una instalación fotovoltaica.

Los fabricantes nos proporcionarán en una hoja las características físicas del regulador tales como su peso, dimensiones, material empleado en su construcción, etc. Como también las características eléctricas y las normas de seguridad que cumple cada una de las antes mencionadas.

También hay que considerar otro tipo de aspectos, como pueden ser medidas de seguridad, etc. El regulador debe proteger tanto la instalación como a las personas que lo maniobran, por lo que deberá llevar sistemas que proporcionen las medidas de seguridad adecuadas para cada uno de los casos. Los fabricantes nos proporcionan también este tipo de información.

En los catálogos se nos indica el tipo de regulación que lleva (si es serie o paralelo), el tipo de batería que podemos conectar a la salida del equipo, así como todas las alarmas que proporciona ante un mal funcionamiento, y las protecciones que lleva. Como en todos los equipos, se hace mención de la temperatura a la que va a trabajar el aparato y la posible influencia que pueda tener esta sobre el correcto funcionamiento del mismo (no es igual realizar una instalación en una zona de frío extremo que en una zona cálida).

La principal consideración en la ubicación del Regulador, es la longitud del cableado y del circuito Regulador-Batería (por ser el más exigente en cuanto

a caída de la tensión máxima admisible). Así pues, el Regulador debe situarse lo más cerca posible de la Batería.

Existen Reguladores aptos para su ubicación tanto en el interior como a la intemperie. En cualquier caso, se puede alojar al regulador dentro de un armario especial para el uso en intemperie.

1.3.3.2. Sistemas de acumulación

Los sistemas de acumulación son indispensables en sistemas de generación fotovoltaica debido a que la radiación solar es un recurso variable, en parte previsible (ciclo día-noche), en parte imprevisible (nubes, tormentas); entre otros factores de generación y consumo de electricidad, se emplean elementos de acumulación para permitir la operación de las cargas cuando el generador fotovoltaico no puede generar suficiente potencia para abastecerlas. La fiabilidad de la instalación global reside en gran medida en la eficiencia y correcto dimensionado del sistema de acumulación, por lo que se le da una alta importancia a estos elementos. A continuación se muestra un análisis de las características más importantes y en el anexo 2 se explican sus principales componentes.

Según Serrano las características más importantes de los sistemas de acumulación son las siguientes: ver anexo N°02.

- **Capacidad:** Es la cantidad de electricidad que puede obtenerse mediante la descarga total de una batería inicialmente cargada al máximo. La capacidad de un acumulador se mide en Amperios-hora (Ah), para un determinado tiempo de descarga, la capacidad necesaria de acumulación en una instalación fotovoltaica se determina en función del consumo y del número de días de autonomía del sistema.

El dimensionado debe ser lo más preciso posible, ya que un exceso de capacidad de almacenamiento respecto a la capacidad de generación de los paneles fotovoltaicos daría lugar a una carga incompleta e ineficiente. Por el contrario, si la capacidad de almacenamiento no es suficiente corre el riesgo de quedarse sin suministro energético.

- **Eficiencia de carga:** Es la relación entre la energía empleada para cargar la batería y la realmente almacenada. Una eficiencia del 100%

significa que toda la energía empleada para la carga puede ser reemplazada en la descarga posterior. Si la eficiencia de carga es baja habrá que dotar a la instalación de mayor número de paneles para realizar las mismas aplicaciones.

- **Autodescarga:** Es el proceso por el cual el acumulador, sin estar en uso, tiende a descargarse. (2016 p. 101).
- **Profundidad de descarga:** Según Serrano, se denomina así al valor en tanto por ciento de la energía que se ha sacado de un acumulador plenamente cargado en una descarga. Como ejemplo, si tenemos una batería de 100 Ah y la sometemos a una descarga de 20 Ah, esto representa una profundidad de descarga del 20%. Esto se llamaría descarga superficial y si fuera del 80% descarga profunda” (serrano, 2016, p. 102).

Cuanto menos intensos sean los ciclos de descarga la duración de la batería será mucho más extensa. Un acumulador que queda totalmente descargado puede quedar deteriorado y perder gran parte de su capacidad de carga. En la figura 10, se muestra una gráfica creada para ejemplificar el efecto de la profundidad de descarga sobre la vida útil. Se puede diferenciar entre dos profundidades de descarga máximas.

Figura 10



Ejemplo de la evolución de la vida útil de la batería en función de la profundidad de descarga de la misma.

Existe una amplia variedad de acumuladores de energía, pero la situación actual del mercado fotovoltaico hace que las baterías más utilizadas sean de Plomo-ácido (Pb-a) que requieren menor mantenimiento y tienen menor

autodescarga. Este tipo de baterías también son conocidas como acumuladores electroquímicos, ya que las reacciones que se llevan a cabo en sus electrodos son reversibles ya pueden acumular energía y posteriormente liberarla, por lo tanto tienen una larga vida de 10 a 15 años. Otras opciones que existen son las baterías de Plomo-Calcio y Plomo-Antimonio, pues tienen mayor vida útil y mejores prestaciones a bajos niveles de carga. También es posible encontrar baterías que pueden permanecer largos períodos en baja carga sin deterioro, como es el caso del Níquel-Cadmio (Ni-Cd), pero conllevan un coste mayor por lo que se suelen emplear en aplicaciones profesionales.

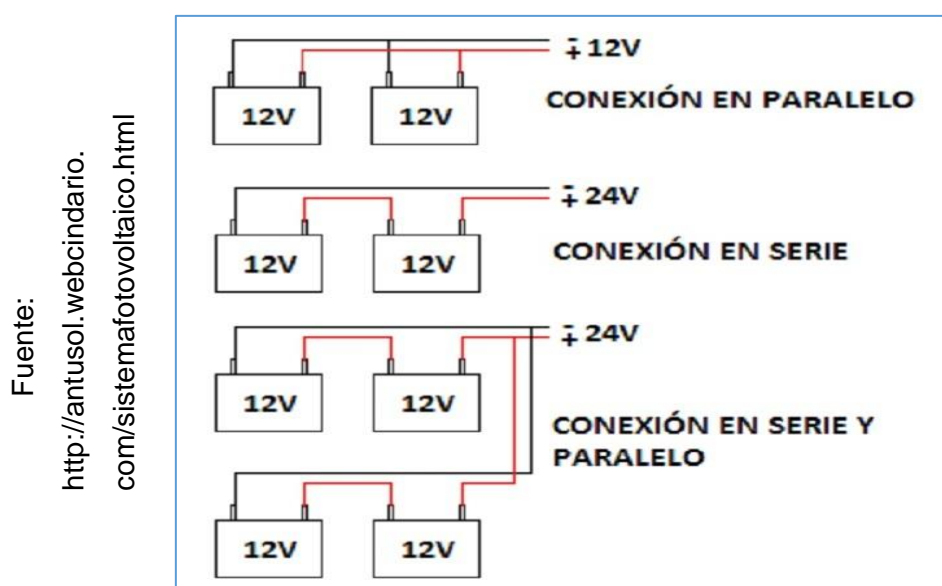
Para la asociación de baterías hay tres posibles conexiones según como lo determina Quiroga:

1.- Paralelo: Se conectan todos los polos por separados tanto positivos como negativos. Con ello se consigue aumentar la capacidad del acumulador y mantener un mismo valor de tensión. La capacidad total se calcula a través de la suma del número total de baterías por la capacidad de cada una. (Ya que se para realizar este tipo de conexión todas las baterías tienen que tener las mismas características).

2.- Serie: la conexión se realiza mediante la unión de un polo positivo de un módulo con el polo negativo del siguiente. Con ello se consigue aumentar la tensión y mantener el mismo valor de capacidad. La tensión generada es igual a la suma de todas las tensiones por cada batería, o lo que es lo mismo, el producto de la tensión de cada batería por el número de baterías.

3.- Mixto: Se encuentran asociadas tanto en serie como en paralelo.

Figura 11



Formas de conexión de acumuladores

Según Quiroga, en relación a las baterías se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Instalar las baterías en lugares ventilados, evitando la presencia de.
- Ajustar el nivel del electrolito a su altura adecuada, utilizando siempre agua destilada, nunca agua del grifo.
- Una vez conectada la batería se cubrirán las bornas con vaselina.
- No deben utilizarse conjuntamente baterías de distinto tipo cuando no estén preparadas para ello. Con el fin de prevenir posibles cortocircuitos, debe respetarse la polaridad.
- Las baterías deben estar colocadas por encima del nivel del suelo. (2012, p. 26).

1.3.3.3. Inversor.

Según el Código Nacional de Electricidad, hace mención que el elemento que convierte la corriente continua en corriente alterna que se intercala entre el regulador de carga y los aparatos de corriente alterna. Es imprescindible que en estos sistemas se utilicen dispositivos de almacenamiento, como por ejemplo las baterías.

Un inversor es caracterizado principalmente por la tensión de entrada que se debe adaptar al generador, la potencia máxima que puede proporcionar y la tensión de salida alterna, frecuencia de la onda etc.

Quiroga, menciona que según la forma de Onda pueden ser:

- **Onda cuadrada:** Característica de algunos inversores económicos de baja potencia, aptos para la alimentación exclusiva de aparatos puramente resistivos, como elementos de iluminación y otros.
- **Onda modulada:** Es una característica de inversores de baja potencia, pero con un espectro de posibles elementos de consumo más amplio que el tipo anterior, que incluye alumbrado, pequeños motores y equipos electrónicos no muy sensibles a la señal de alimentación.
- **Onda sinodal pura:** Este tipo de inversores proporciona una forma de onda a su salida, que a efectos prácticos se puede considerar idéntica a la red eléctrica general, permitiendo así la alimentación de cualquier aparato de consumo o en su caso a la conexión de la red.
- **Onda sinodal modificada (o trapezoidal):** Intermedio entre los dos anteriores, permite ampliar el espectro de elementos de consumo y de potencia, limitado en el de onda cuadrada modulada.

Por lo general, en sistemas fotovoltaicos los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1 kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de estas.

En cualquier caso la definición del inversor a utilizar debe realizarse en función de las características de la carga.

1.3.4. Cables

Según los procedimientos técnicos que estandariza la, Norma Técnica Peruana (NTP) y del Código Nacional de Electricidad (CNE), recomienda que para el transporte de la energía eléctrica se debe de realizar a través de los distintos subsistemas de la instalación fotovoltaica y mediante líneas eléctricas. Los criterios constructivos a tener en cuenta será que los cables deben contar con el aislamiento adecuado, la selección de los mismos depende de la aplicación y del tipo de canales utilizados; y para la realización

los cálculos se seguirán las indicaciones de la Norma Técnica antes mencionada.

El Reglamento de Especificaciones Técnicas y Procedimientos de Evaluación del Sistema Fotovoltaico y sus Componentes para Electrificación Rural, constata que las secciones de los conductores deben ser tales que las caídas de tensión en ellos sean inferiores al 3 % entre el generador fotovoltaico y el regulador de carga, inferiores al 1 % entre la batería y el regulador de carga, e inferiores al 5 % entre el regulador de carga y las cargas; Todos estos valores corresponden a la condición de máxima corriente. El cableado externo deberán cumplir la norma internacional IEC 60811: cumpliendo el código de colores de acuerdo a norma. (2007, p .23).

1.3.5. Estructura de soporte.

El tipo de estructura dependerá de las condiciones climatológicas, y su aplicación dependerá de los requerimientos técnicos y las características descritas de cada proyecto. Para el desarrollo de este proyecto se analizará si se debe utilizar seguidores solares o un sistema fijo.

Para el tipo de fijación del módulo del panel, se debe tener en cuenta cual es el sistema de anclaje del panel. Para este tipo de diseño se utiliza una estructura con triángulo inclinado en vertical.

Este tipo de sistema por lo común es fijo y para su instalación se deberá realizar un estudio y de tal forma poder determinar la inclinación pertinente. Este tipo de estructura genera menor eficiencia de soporte pero su mantenimiento es más económico.

Debido a que este tipo de estructura es fija, antes de colocar se deberá tener en cuenta el efecto de la lluvia como también de la sombra, y obtener una instalación adecuada del equipo. Para un mejor entendimiento, observar el **anexo 03** donde se detalla todos los armados.

1.3.6. ventajas de la energía solar Fotovoltaica.

Dentro las ventajas de energía solar se encuentran los siguientes aspectos:

1.3.6.1. Inagotable

La radiación suministrada por el sol hacia la tierra se considera inagotable, este es uno de los indicadores a los cuales se les considera como fuente inagotable. A demás de esto su aprovechamiento está condicionado por tres aspectos:

- Intensidad recibida
- ciclos diarios y anuales
- clima

1.3.6.2. Limpia

La fuente de energía es natural, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero causantes del cambio climático, ni emisiones contaminantes para el medio ambiente.

1.3.6.3. Ideal para zonas aisladas

Este sistema puede abastecer de energía eléctrica en zonas alejadas, en donde el tendido eléctrico convencional no llega.

1.3.6.4. Adaptable.

Fácil de instalar; su mantenimiento necesario es muy sencillo y no requiere de altos costos de operación.

1.3.7. desventajas de la energía solar Fotovoltaica.

Dentro de las desventajas están los siguientes:

1.3.7.1. Inversión inicial

La inversión inicial es un poco elevada, pero para zonas aisladas es rentable por que se amortiza con el tiempo. (Si el cálculo de dimensionamiento es erróneo el retorno de la inversión fallara, y se perderá el costo total).

1.3.7.2. Instalación

El sistema fotovoltaico es un sistema diseñado por especialistas en el rubro de energías renovables y eficiencia de energía. Por lo cual su instalación solo lo ejecutara un personal autorizado. Así que si un cliente logra comprar el sistema e intenta instalarlo de manera empírica ocasionará fallas en el sistema lo cual elevara aún más el costo de reparación e instalación.

1.3.7.3. Inestabilidad del clima

El Perú cuenta con climas diversos los cuales varían según las estaciones. Frente a esto se realiza un previo estudio del clima de la zona que nos brindara indicadores aceptables antes proceder a ejecutar un sistema de energía solar.

1.3.8. Factor de simultaneidad.

Es el cociente entre la potencia máxima que da una instalación eléctrica y la suma de la potencia instalada que se rescata de la suma de todas las potencias nominales de las cargas en la vivienda es un concepto que se ideó para que no se sobredimensione las redes eléctricas en las viviendas ya que todos los equipos no van a estar conectados a la vez, este factor estima un porcentaje de la potencia total que se utilizara y deberá disponer de la red. (GARCIA *et al*, 2016, p, 50).

1.3.9. Procedimiento de calculo

1.3.9.1. Energía eléctrica

“La energía eléctrica (E) es el trabajo que se genera debido al desplazamiento de las cargas, por lo que puede calcularse mediante el producto de la potencia eléctrica (P) que consume un dispositivo por el tiempo (t) que ha estado en funcionamiento” (serrano, 2016, p. 81)

Así como se muestra en la siguiente ecuación.

Ecuación 4. Energía eléctrica expresada en Kw-h

$$E = P \times t$$

Donde:

E = Energía eléctrica expresada en Kw-h

Energía eléctrica expresada en Kw-h

P = Potencia eléctrica en Kw

t = Tiempo en (horas)

1.3.9.2. Cálculo del consumo teórico (sin pérdidas)

En la tabla 06 se muestra el consumo de los electrodomésticos y dispositivos instalados en el fundo y la cantidad de horas diarias de uso de los mismos. La energía diaria consumida por cada uno de los equipos instalados se viene a dar multiplicando la potencia por el número de horas que funciona al día. Por lo tanto el consumo diario teórico de una instalación en da en kw-h

1.3.9.3. Cálculo del consumo real (incluyendo pérdidas).

“El consumo real será superior al consumo teórico, ya que además el sistema fotovoltaico debe proporcionar la energía perdida, teniendo en cuenta los rendimientos de los equipos, las pérdidas en cables, etcétera”.(serrano, 2016, p. 86).

El consumo real diario se da conforme a la siguiente ecuación.

Ecuación 5. Energía real

$$E = \frac{Et}{R}$$

Donde:

- E = Energía real
- Et = Energía teórica
- R = Rendimiento global

El rendimiento global de una instalación fotovoltaica, se obtiene en función de los factores de pérdidas calculándose con la siguiente ecuación

Ecuación 6. Rendimiento global

$$R = (1 - Kb - Kc - Kv) \left(1 - \frac{Ka \cdot N}{Pd} \right)$$

Donde:

- Kb = Factor de pérdidas en el conjunto de baterías y regulador
- Ka = Coeficiente de autodescarga diaria de las baterías
- Kc = Factor de pérdidas del inversor
- Kv = Factor de pérdidas varias (efecto joule, caída de tensión, etcétera
- B = Número de días de autonomía
- Pd = Profundidad de descarga de la batería

1.3.9.4. Criterio del dimensionamiento más crítico

“El objetivo principal de las instalaciones fotovoltaicas aisladas es garantizar el suministro eléctrico, por lo que es indispensable conocer la potencia que necesitan los consumos. Con estos datos y con la información de la irradiación solar de cada mes en determinado lugar, podemos obtener el mes

más crítico, para el cual se tendrá que dimensionar dicha instalación. Para este mes, la instalación quedara dimensionada de una forma ajustada, pero para el resto de meses estará algo sobredimensionada” (serrano, 2016, p. 87).

1.3.9.5. Capacidad del acumulador.

La capacidad de una batería se determina en función de la duración de descarga y dicho valor es proporcionado por el fabricante.

Para el cálculo de la capacidad de la batería se deben de tener en cuenta: la energía máxima de la instalación (E_{max}) que debe suministrar a la instalación cuando haya poca o nula irradiación solar, los días de autonomía(D_{aut}) que mantendrá el suministro y la profundidad de descarga(Pd) de la batería. En la siguiente ecuación se determinara el siguiente cálculo de capacidad.

Ecuación 7. Cálculo de la capacidad de la batería

$$C_{bat} = \frac{E_{max} \cdot D_{aut}}{Pd}$$

Una vez que se conoce la capacidad que debe tener el banco de baterías y teniendo las características de la batería se obtiene el número de baterías necesarias, tanto en serie como en paralelo.

1.3.10. Factor de carga.

El factor de carga en un sistema o dispositivo está determinado por el cociente de la carga media y la carga máxima durante un tiempo determinado estando estas en las mismas unidades.

$$fc = \frac{\text{demanda media}}{\text{demanda maxima}}$$

Este término se emplea como medida de la constancia de la carga, el factor se calcula para intervalos de tiempo considerados en un día, mes o año.

El factor de carga no da constancia de cuanto está cargado un dispositivo con respecto a sus valores nominales así por ejemplo un transformador puede

tener un factor de carga de 100% aunque solo este cargado al 70% de su valor nominal (STAFF, 2002, p. 396)

1.3.10.1. Días de autonomía.

Se entiende como días de autonomía la cantidad de días con baja o nula irradiación durante la cual funcionara la instalación, es decir, que la instalación funcione sin necesidad de que se suministre energía desde los paneles.

La capacidad útil del banco de baterías (capacidad nominal multiplicada por la máxima profundidad de descarga) debe permitir entre 2 y 4 días de autonomía para las condiciones climáticas especificadas. (Reglamento Técnico Especificaciones Técnicas y Procedimientos de Evaluación del Sistema Fotovoltaico y sus Componentes para Electrificación Rural. (2007, SFV-CE-1 p .23).

1.4. Formulación del problema

¿Cómo suministrar energía eléctrica para el fundo María Angélica – Jayanca?

1.5. Justificación del estudio

Los motivos por los cuales conlleva a la realización del presente proyecto de investigación son de carácter económico, social y ambiental.

Gracias a la llegada de nuevas tecnologías entre ellas las energías renovables se ha venido generado mucho interés por la población ya que su existencia ha contribuido con un crecimiento acelerado de obtención de energía solar, por lo que resulta indispensable realizar proyectos de investigación en esta área y que sirve de mucha ayuda para poder detener y mitigar los daños que la sociedad ha causado y viene causando a la naturaleza. Hoy en la actualidad es indispensable optar por equipos y sistemas tecnológicos que nos permiten aprovechar las situaciones climatológicas como es la luz solar y poder desarrollar actividades primordiales como el suministro de energía eléctrica con energía fotovoltaica que permite realizar diferentes usos benéficos como también a la satisfacción y comodidad del fundo María Angélica.

La importancia de desarrollar este sistema fotovoltaico es muy imprescindible porque su proceso constructivo y operativo posee la factibilidad económica para poder implementarse dentro de cualquier ámbito rural.

1.6. Hipótesis

Mediante el diseño de un sistema fotovoltaico podremos suministrar energía eléctrica al fundo María Angélica - -Jayanca

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

“Diseñar un sistema fotovoltaico para abastecer energía eléctrica al fundo maría angélica – jayanca”

1.7.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la máxima demanda de energía eléctrica en el fundo María Angélica.
- b) Evaluar los niveles de radiación solar y determinar el potencial fotovoltaico en el fundo María Angélica
- c) Diseñar el sistema de generación fotovoltaico para abastecer la demanda de energía eléctrica en el fundo María Angélica.
- d) Realizar una evaluación económica del proyecto empleando los indicadores de VAN y TIR.

II. METODO

2.1. Diseño de la investigación:

No experimental.- Debido que en nuestra investigación no se pretende variar intencionalmente variables independientes por lo que se observarán los fenómenos tal y como se dan en su contexto.

Ecuación 8. Muestras observadas

$$M_1 = \frac{T_1 - T_2}{P.P.ER}$$

Donde:

M_1 : Es las muestras que se está observando:

O : Es la observación a desarrollar en la muestra.

P : Es la propuesta de...

T_1 : Es el tiempo de medición de la Observación.

T_2 : Es el tiempo de proyección del escenario hipotético.

ER: Son los resultados estima

2.2. Variables, operacionalizacion.

- a) **Variable independiente.** Radiación solar
- b) **Variable dependiente.** Diseño del sistema fotovoltaico

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA / INSTRUMENTOS
Variable independiente Radiación solar	al proceso físico por el medio del cual se transmite energía en forma de ondas electromagnéticas	Determinar los niveles de radiación solar	Energía solar	Niveles de radiación solar Estacionalidad de la energía solar. Horas de mayor incidencia de radiación solar. Orientación Inclinación	➤ Ficha técnica ➤ Análisis de documentos ➤ Observación
Variable dependiente Diseño del Sistema fotovoltaico	Es una tecnología limpia que permite aprovechar la energía solar para generar energía eléctrica	Diseño de un sistema de paneles fotovoltaicos para suministrar energía eléctrica	Potencia del módulo fotovoltaico	Determinación de la máxima demanda	➤ Observación ➤ Entrevista ➤ ficha técnica

Fuente: Elaboración Propio

2.3. Población y muestra

2.3.1. Objeto de análisis (OA).

Diseño de un sistema fotovoltaico para abastecimiento de energía eléctrica

2.3.2. Población (N) y Muestra (n).

La población y la muestra están constituidas por el total de personas que viven en el fundo María Angélica.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

OPCION	TECNICA	INSTRUMENTOS
Observación	Registro analítico	-Datos de radiación -Datos del volumen de agua a usar.
Recolección de datos del fundo	entrevista	Entrevista al gerente del fundo María Angélica
Recuperación de datos	Estadísticas	Realizar un historial de los costos de combustible actuales

2.4.1. Validación

Esta investigación será desarrollada con el apoyo de tres especialistas en el tema; que en conjunto con el propietario del fundo se tomaran los datos necesarios para lograr la eficiencia del estudio.

2.4.2. Confiabilidad

La confiabilidad de un instrumento de medición, se refiere al grado en que su población repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales. (Hernandez - Samperi et al, 2013; Kellstedt y Whitten, 2013; y Ward y Street, 2009)

2.5. Métodos de análisis de datos

Para el desarrollo de esta investigación es fundamental realizar una evaluación de radiación solar en el área especificada; de esta manera se lograra dimensionar los módulos necesarios para el abastecimiento de energía eléctrica. Del mismo modo se realizara una evaluación y la recolección de datos de la carga instalada para así poder determinar la máxima demanda de energía. Los datos recuperados nos servirán para diseñar un óptimo sistema fotovoltaico para el abastecimiento de energía eléctrica.

Con el uso de sistemas informáticos como Excel, Word; se realizaran las estadísticas que nos mostraran la rentabilidad del proyecto.

2.5.1. Aspectos éticos

- Se reservara la información del propietario.
- Se respetara la autonomía.
- Esta investigación custodiara la información obtenida

III. RESULTADOS

3.1. Determinación de la demanda de energía eléctrica en el fundo María Angélica.

3.1.1. Cálculo de la potencia instalada.

En el fundo maría angélica para sus necesidades básicas y comodidad familiar en la actualidad tiene maquinas, equipos y/o dispositivos electrodomésticos de lo cual se agregan a una potencia instalada. De tal modo se realizó una anotación de todas de cargas eléctricas en el fundo registrándolas en la ficha de observación directa para posteriormente digitalizarlas determinando el consumo de este en función del uso de sus electrodomésticos, teniendo en cuenta que toda la instalación funciona a 220 V.

Tabla 4

Fuente: Ficha de observación directa	Dispositivo	Cantidad de equipos	potencia nominal por dispositivo (w)	potencia total instalada (w)
	refrigerador	1	290	290
	Licuada	1	350	350
	minicomponente	1	50	50
	Televisor	1	150	150
	Televisor led	1	30	30
	DVD	1	50	50
	Focos led	10	6	60
	Focos ahorradores	10	15	150
	Electrobomba	1	1490	1490
	ventilador	1	160	160
	Reflectores led	5	30	150
	alarma	1	50	50
	total			2980 w

Potencia nominal de los dispositivos

En la tabla 4 se muestra que la potencia total máxima instalada es de 2980 W. estos datos fueron obtenidos basándose en los valores de referencia mostrados en la placa de cada equipo.

3.1.2. Cuadro de carga diaria.

Tabla 5

Fuente: Ficha de observación directa

	DISPOSITIVO																																		
	Refrigerador	Licudora	Minicomponente	TV	TV led	DVD	Electrobomba	Ventilador	Alarma	Foco led 1	Foco led 2	Foco led 3	Foco led 4	Foco led 5	Foco led 6	Foco led 7	Foco led 8	Foco led 9	Foco led 10	Foco 1	Foco 2	Foco 3	Foco 4	Foco 5	Foco 6	Foco 7	Foco 8	Foco 9	Foco 10	Reflector 1	Reflector 2	Reflector 3	Reflector 4	Reflector 5	
	HORA\PO TENCIA	290	350	50	150	30	50	1490	160	50	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30
	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
00:00:00																														1	1	1	1	1	
01:00:00	0.3																													1	1	1	1	1	
02:00:00																														1	1	1	1	1	
03:00:00	0.3																													1	1	1	1	1	
04:00:00																														1	1	1	1	1	
05:00:00	0.3																													1	1	1	1	1	
06:00:00							0.5		0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1											1	1	1	1	1	
07:00:00	0.3	0.1																												1	1	1	1	1	
08:00:00																																			
09:00:00	0.3																																		
10:00:00			1																																
11:00:00	0.3		1																																
12:00:00			1																																
13:00:00	0.3				1			1																											
14:00:00					1			1																											
15:00:00	0.3							1																											
16:00:00																																			
17:00:00	0.3									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
18:00:00										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
19:00:00	0.3			1						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
20:00:00			1	1	1															1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
21:00:00	0.3		1	1	1	1														1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
22:00:00																															1	1	1	1	1
23:00:00	0.3																														1	1	1	1	1
TIEMPO	4	0.1	5	3	4	1	0.5	3	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10	10	10	10	10	

Tiempo de funcionamiento de los equipos durante el día

3.1.3. Cálculo de la energía diaria

Tabla 6

Fuente: Ficha de observación directa

Dispositivo	potencia por aparato (w)	Horas de uso por día	Demanda de energía diaria (w-h)
refrigerador	290	4	1160
Licuada	350	0.1	35
minicomponente	50	5	250
Televisor	150	3	450
Televisor led	30	4	120
DVD	50	1	50
Focos led 1	6	4	24
Focos led 2	6	4	24
Focos led 3	6	4	24
Focos led 4	6	4	24
Focos led 5	6	4	24
Focos led 6	6	4	24
Focos led 7	6	4	24
Focos led 8	6	4	24
Focos led 9	6	4	24
Focos led 10	6	4	24
Foco Ahorrador 1	15	4	60
Foco Ahorrador 2	15	4	60
Foco Ahorrador 3	15	4	60
Foco Ahorrador 4	15	4	60
Foco Ahorrador 5	15	4	60
Foco Ahorrador 6	15	4	60
Foco Ahorrador 7	15	4	60
Foco Ahorrador 8	15	4	60
Foco Ahorrador 9	15	4	60
Foco Ahorrador 10	15	4	60
Electrobomba	1490	0.5	745
ventilador	160	3	480
Reflectores led 1	30	10	300
Reflector led 2	30	10	300
Reflector led 3	30	10	300
Reflector led 4	30	10	300
Reflector led 5	30	10	300
alarma	50	0.05	2.5
Potencia total instalada	2980(w)		
Estimación total de energía			5632.5 (W-h/d)

Energía diaria consumida por el fundo

3.1.4. Calculo de la máxima demanda

Tabla 7

Fuente: Ficha de observación directa

HORA	DISPOSITIVO																												POTENCIA						
	Refrigerador	Licuada	Minicomponente	TV	TV led	DVD	Electrobomba	Ventilador	Alarma	Foco led 1	Foco led 2	Foco led 3	Foco led 4	Foco led 5	Foco led 6	Foco led 7	Foco led 8	Foco led 9	Foco led 10	Foco 1	Foco 2	Foco 3	Foco 4	Foco 5	Foco 6	Foco 7	Foco 8	Foco 9		Foco 10	Reflector 1	Reflector 2	Reflector 3	Reflector 4	Reflector 5
00:00:00																													30	30	30	30	30	150	
01:00:00	290																												30	30	30	30	30	440	
02:00:00																													30	30	30	30	30	150	
03:00:00	290																												30	30	30	30	30	440	
04:00:00																													30	30	30	30	30	150	
05:00:00	290																												30	30	30	30	30	440	
06:00:00							1490		50	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6									30	30	30	30	30	1750	
07:00:00	290	350																											30	30	30	30	30	640	
08:00:00																																		0	
09:00:00	290																																	290	
10:00:00			50																															50	
11:00:00	290		50																															340	
12:00:00			50																															50	
13:00:00	290				30			160																										480	
14:00:00					30			160																										190	
15:00:00	290							160																										450	
16:00:00																																		0	
17:00:00	290									6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6														350	
18:00:00										6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15						210
19:00:00	290			150						6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15						650
20:00:00			50	150	30															15	15	15	15	15	15	15	15	15	15						380
21:00:00	290		50	150	30	50														15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30	870
22:00:00																													30	30	30	30	30	150	
23:00:00	290																												30	30	30	30	30	440	

Cuadro de máxima demanda

De la tabla mostrada se puede generar el diagrama de carga del fondo:

Figura 12

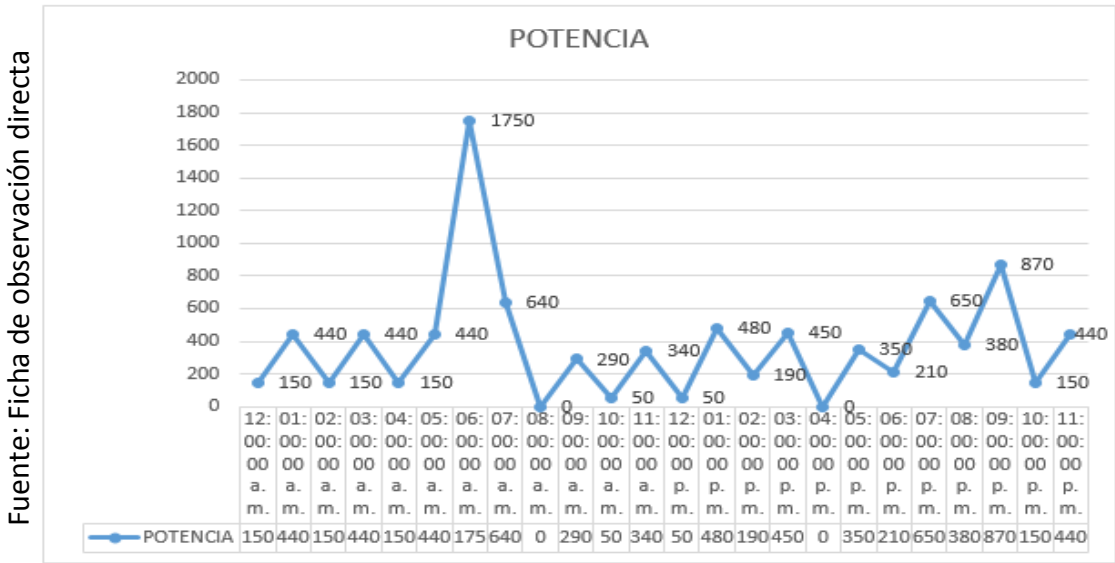


Diagrama de carga diaria

Obteniendo lo siguiente:

POTENCIA MAXIMA	1750	W
HORA	6:00:00	h

Calculando el factor de simultaneidad como se explica en las teorías relacionadas:

Ecuación 9. Factor de simultaneidad

$$FS = \frac{Pot_{max}}{Pot_{ins}}$$

Donde:

- FS : Factor de simultaneidad
- Pot_{max} : La potencia máxima utilizada en el día
- Pot_{ins} : Potencia instalada de los equipos.

Tabla 8

Fuente: Propia

Pot max	1750
Pot ins	2980
FS	0.59

Factor de simultaneidad

También se determinó en la siguiente ecuación.

Ecuación 10. Factor de carga

$$FC = \frac{E}{Pot_{max} \cdot T}$$

Donde:

FC : factor de carga

E : Energía requerida

Pot_{max} : La potencia máxima utilizada en el día

T : Tiempo (un día en horas)

Teniendo:

Tabla 9

Fuente: Propia	Energía	5631.34	W-h/d
	Pot max	1750	W
	Tiempo	24	h
	FC	0.13	13%

Factor de carga

En conclusión, se tiene:

Tabla 10

Fuente: Propia	Maxima demanda	1750	W
	Potencia instalada	2950	W
	Energía total requerida	5631.34	Wh
	FC	0.13	13%
	FS	0.59	59%

Resumen de la máxima demanda

3.2. Evaluación de los niveles de radiación solar y determinación del potencial fotovoltaico

3.2.1. Localización del fundo María Angélica

El fundo María Angélica se encuentra ubicado a 47 km de la ciudad de Chiclayo en el distrito de Jayanca, en la región de Lambayeque. Se encuentra a una altitud de 66 metros sobre el nivel del mar, cuenta con un clima templado, muy agradable y sobre todo saludable, lugar apropiado para la agricultura.

Fuente: ficha
observación directa

Tabla 11:

COORDENADAS		
Latitud	6°23'26"	s
Longitud	79°49'18"	o

Coordenadas del fundo.

Figura 13

Fuente: Google Earth



Fuente: Google Earth



Vista satelital de la ubicación del fundo

3.2.2. Evaluación de la radiación solar

Para obtener el valor de la radiación solar promedio hemos considerado dos fuentes los cuales se detallan a continuación.

La radiación solar de la zona mediante las coordenadas de referencia, existe una web de la NASA que establece parámetros ambientales, entre ellos radiación como promedios mensuales de manera anual.

Figura 14

Fuente: <https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/RETScreen/>

ATMOSPHERIC SCIENCE DATA CENTER

Surface meteorology and Solar Energy
A renewable energy resource web site (release 6.0)
sponsored by NASA's Earth Science Enterprise Program

A collaboration with the CANMET Energy Technology Centre - Varennes (CETC-Varennes) has produced data output useful to users of the RETScreen[®] International Clean Energy Project Analysis Software.

To access data for RETScreen:
Enter BOTH latitude and longitude either in decimal degrees or degrees and minutes separated by a space.

Example: Latitude 33.5 Longitude -80.75 OR Latitude 33 30 Longitude -80 45

Latitude? North: 0 to 90 South: 0 to -90
Longitude? East: 0 to 180 West: 0 to -180

This form is "Reset" if the input is out of range.

Learn more about the NASA Surface meteorology and Solar Energy Data Set

Responsible Data: Paul W. Stockhouse, Jr., Ph.D.
Officials: Charles B. Whitlock, Ph.D.
Archive: John N. Kusterer
Site Administration/Help: NASA Langley ASQC User Services (LangBess@nasa.gov)
[Privacy Policy and Important Notices]
Last Updated March 26, 2008

Pantallazo de la página web de referencia para radiación

Se debe ingresar las coordenadas considerando que deben ingresarse como negativos si están al sur de la línea ecuatorial y al oeste del meridiano de Greewich, las coordenadas en números decimales serian:

Tabla 12

Fuente: Propia

COORDENADAS			
Latitud	6°23'26"	s	-6.3908300°
Longitud	79°49'18"	o	-79.8219400°


Conversión de coordenadas

Ingresando estas coordenadas en la web se logra observar la siguiente ventana (**figura 14**) donde se puede apreciar la radiación en la zona de enero a diciembre al igual como otros parámetros ambientales que en este caso no son relevantes:


Figura 15

Fuente: <https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/RETScreen/>

[SSE Homepage](#)
[Find A Different Location](#)
[Accuracy](#)
[Methodology](#)
[Parameters \(Units & Definition\)](#)



NASA Surface meteorology and Solar Energy: [RETScreen](#) Data



Latitude -6.391 / Longitude -79.822 was chosen.

	Unit	Climate data location
Latitude	°N	-6.391
Longitude	°E	-79.822
Elevation	m	1015
Heating design temperature	°C	15.57
Cooling design temperature	°C	28.91
Earth temperature amplitude	°C	15.91
Frost days at site	day	0

Month	Air temperature	Relative humidity	Daily solar radiation - horizontal	Atmospheric pressure	Wind speed	Earth temperature	Heating degree-days	Cooling degree-days
	°C	%	kWh/m ² /d	kPa	m/s	°C	°C-d	°C-d
January	22.4	60.6%	5.70	90.2	2.5	27.7	0	393
February	22.7	63.9%	5.55	90.1	2.5	26.9	0	364
March	23.0	63.0%	5.84	90.1	2.5	27.3	0	408
April	23.2	58.3%	5.38	90.1	2.8	27.8	0	402
May	23.0	51.0%	4.89	90.2	3.1	27.4	0	410
June	22.4	45.7%	4.47	90.2	3.9	26.3	0	381
July	22.0	41.0%	4.48	90.3	3.8	25.9	0	383
August	22.3	39.6%	4.91	90.3	3.6	27.1	0	395
September	22.6	42.9%	5.59	90.2	3.4	28.5	0	392
October	22.4	47.2%	5.95	90.2	2.9	29.2	0	399
November	21.9	52.3%	5.98	90.2	2.8	28.6	0	370
December	22.1	57.5%	5.86	90.2	2.6	28.4	0	388
Annual	22.5	51.9%	5.38	90.2	3.0	27.6	0	4685
Measured at (m)					10.0	0.0		

Datos entregados por la NASA según coordenadas

Exportando estos datos a una tabla en excel solo requeriremos los niveles de radiación:

Tabla 13

Fuente: <https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/RETScreen/>

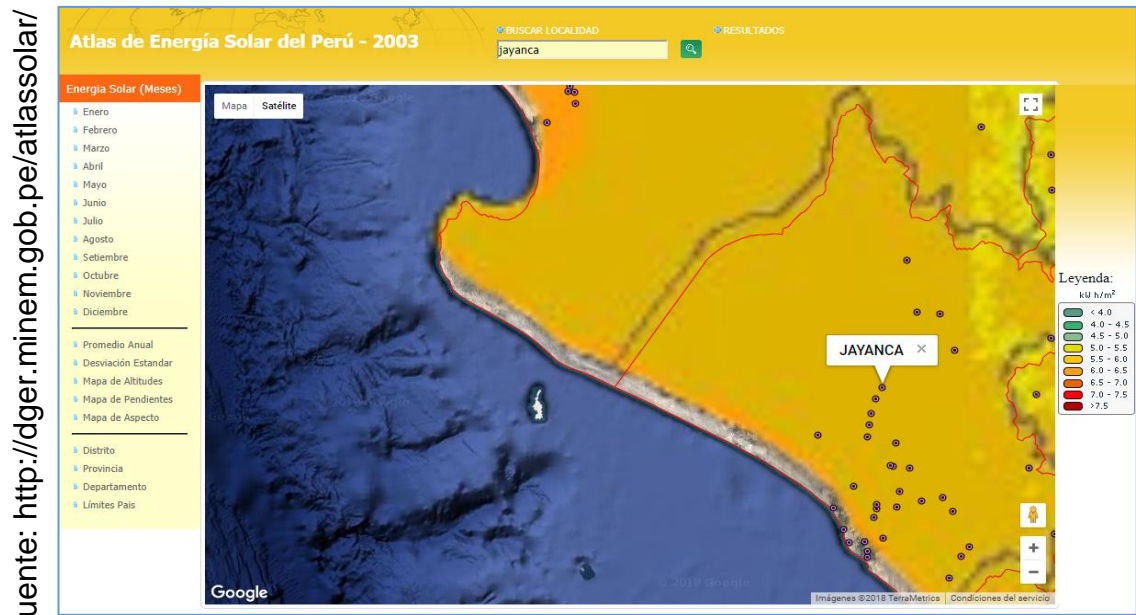
mes	Radiación solar diaria – horizontal
	kWh/m2/d
Enero	5.7
Febrero	5.55
Marzo	5.84
Abril	5.38
Mayo	4.89
Junio	4.47
Julio	4.48
Agosto	4.91
Septiembre	5.59
Octubre	5.95
Noviembre	5.98
Diciembre	5.86
anual	5.38

Radiación en el fundo

Donde podemos apreciar que la radiación solar más desfavorable es en el mes de junio de 4,47 kWh/m2/día, que es el menor de los resultados obtenidos.

Radiación solar usando el atlas solar del Perú es una fuente nacional que manifiesta las radiaciones en el Perú de manera gráfica como se puede observar en la siguiente figura:

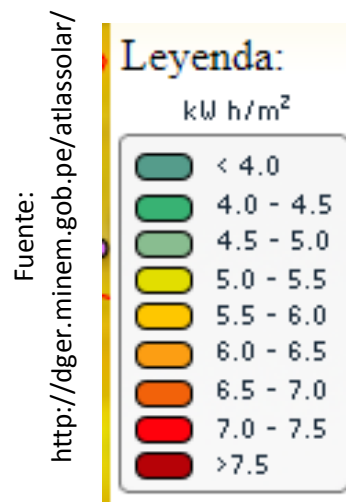
Figura 16



Mapa interactivo de atlas solar

Una aproximación a la leyenda para poder establecer un valor

Figura 17



Aproximación a la leyenda del atlas solar

La radiación solar anual es un promedio de 5.5 y 6.00 kWh/m², aunque es un valor nacional el atlas solar no ha sido actualizado desde el 2003 por lo que se determinó tomar el dato obtenido de los satélites de la NASA como se mencionó anteriormente que son del año 2017.

3.3. selección del equipo electromecánico del sistema fotovoltaico para abastecer la demanda de energía eléctrica en el fundo María Angélica.

3.3.1. Calcular la cantidad de paneles fotovoltaicos

La función de los paneles solares es generar energía en corriente directa para cargar los acumuladores del sistema, para esto se necesita establecer cuanta energía va a consumir el fundo, y cuál es la radiación solar que existe en la zona de la cual vamos a depender para generar energía eléctrica, en cuanto a la radiación se tomara el valor más bajo considerando, que el diseño debe generar el máximo consumo de energía que ha tenido el fundo con el menor nivel de radiación que se puede presentar así se puede asegurar que en el resto de meses donde existe mayor radiación el sistema podrá abastecer del máximo consumo de energía por parte del fundo.

Datos requeridos para el cálculo:

Tabla 14

DESCRIPCION	CANTIAD	UNIDAD	MES
Mínima radiación en el año	4.47	kWh/m2	junio

Fuente: Propia

Radiación mínima en el fundo

La demanda en corriente alterna que se usara para el cálculo será la establecida en el cuadro de cargas:

DIA	5.63	kWh
-----	------	-----

Hemos de notar que esta es la energía promedio que consume el fundo en un día, el sistema debe tener la capacidad para entregar esta energía, según la teoría esta energía es la energía teoría que requiere el fundo mas no la real que debe generar el campo solar ya que también deberá generar la

energía de pérdidas donde se toma en cuenta los rendimientos de los equipos y otros factores a esta energía se le denomina energía real:

Ecuación 11. Energía real

$$E = \frac{E_T}{R}$$

Donde:

- E : Energía real
 E_T : Energía teórica
 R : Rendimiento Global de la instalación.

Se utilizarán los factores determinados en la literatura que Cantos Serrano propone en su libro “Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas” como el mismo lo menciona en cuanto a los datos que no se tienen de manera concreta:

Tabla 15

Fuente: Serrano,
2016, p. 86

kb	0.1	Factor de pérdidas en el conjunto baterías y regulador
ka	0.005	Coeficiente de autodescarga diaria de las baterías
kc	0.1	Factor de pérdidas del inversor
kv	0.1	Factor de perdidas varias (efecto Joule, Caída de tensión, etcétera)

Factores para el cálculo del rendimiento global

Los datos que si tenemos determinados son:

Tabla 16

Fuente: Propia

N	2	Número de días de autonomía (dependientes de la zona)
Pd	0.8	Profundidad de descarga de las baterías

Otros parámetros para cálculo del rendimiento global

Con lo que podemos calcular el factor de rendimiento global:

$$R = (1 - k_b - k_c - k_v)(1 - k_a \frac{N}{P_d})$$

Donde obtenemos como factor de rendimiento global 0.69125 como lo manifiesta la teoría debe estar entre 0.6 y 0.75 para que se pueda optar a un sistema factible.

Tabla 17

Fuente: propia

Energía teórica	5.63	kWh
Factor de rendimiento global	0.69125	Dias
Energía real	8.15	KWh

Energía requerida

Determinaremos las horas solares pico, es un factor determinante en el diseño de sistemas fotovoltaicos, se genera directamente de la radiación, ya que su cálculo según la teoría debe ser la radiación entre la irradiación que requiere el panel para otorgar su potencia, la irradiación promedio para diseño de paneles fotovoltaicos, es de 1000 w/m², así tomando la radiación y dividiéndolas entre la irradiación determinamos las horas pico solares (HPS):

Ecuación 12. Horas solares pico (h)

$$HSP = \frac{R}{Ir}$$

Donde:

HSP : horas solares pico (h)
R : radiación solar (wh/m²)
Ir : Irradiancia requerida del panel (w/m²)

Tenemos:

Fuente: propia

Tabla 18

RADIACION	4.47	KWh/m2.
IRRADIANCIA	1000	W/m2
HSP	4.47	h

Horas solares pico

La potencia que deber tener en total el conjunto de paneles que se calculó es:

Ecuación 13. Potencia del campo solar (w)

$$P_c = \frac{E_r}{HSP}$$

Donde:

Pc : Potencia del campo solar (w)

Er : Energía real (kWh)

HSP : Horas pico solares (h)

Tenemos:

Fuente: propia

Tabla 19

Energía real	8.15	kWh.
Horas pico solares	4.47	h
Potencia del campo solar	1.82	kW

Potencia del campo solar

Para la selección del panel, no existe metodología ni criterio para esta selección más que la que satisfaga al diseño para su defecto seleccionaremos el siguiente panel que está disponible en el mercado:

Módulo policristalino JKM320PP – 320Vatios Jinko

Sus características principales que se van a requerir para continuar con el cálculo son:

Tabla 20

Fuente: propia

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
Voltaje en circuito abierto	46.4	V
Intensidad en cortocircuito	9.05	A
Voltaje nominal	37.4	V
Intensidad nominal	8.56	A
Potencia pico	320	W

Parámetros del panel seleccionado

El voltaje del sistema se determinó en conjunto con el inversor/cargador este usa tecnología MPPT llamada de seguimiento de Punto Máximo de Potencia que permite añadir paneles en serie con un voltaje total superior al del banco de baterías, gracias a ello se minimiza las perdidas por bajo voltaje y mucha intensidad en corriente continua, según el inversor/cargador seleccionado para la potencia demanda máxima de la carga admitirá un voltaje del campo hasta 145V en CD lo que hace poder conectar hasta 3.125 paneles en serie considerando el máximo voltaje que podrían llegar a otorgar dicho paneles que el voltaje de circuito abierto 46.4, el voltaje del campo no puede sobrepasar el voltaje requerido al ingreso del inversor por lo que se usaran solamente 3 paneles en serie otorgando una voltaje máximo de 139.5 V.

El conectar en serie los tres paneles, estos durante su funcionamiento normal a tensión nominal de 37.4 darán un voltaje de 112.2 V el cual sería el voltaje del campo solar.

Se calcula ramas en serie de paneles se requieren en paralelo, cada rama otorgara 112.2V y 8.56 A lo que determinaría 960W entregada por cada rama de paneles en serie, para conseguir la potencia del sistema:

Ecuación 14. Ramas de Paneles en paralelo

$$Rp = \frac{Pc}{Pr}$$

Donde:

Pc : Potencia del campo solar (W)

Pr : Potencia nominal de la rama de paneles en serie (W)

Rp : Ramas de Paneles en paralelo (unid)

Tenemos:

Tabla 21

Fuente: propia	Potencia del campo solar	1823	W
	Potencia nominal de la rama de paneles en serie	960	W
	Ramas de Paneles en paralelo	1.89	Unid

Cantidad de paneles en paralelo

Estas ramas no pueden fraccionarse por lo tanto se usarán 2 ramas en paralelo, determinando la cantidad total de paneles:

Tabla 22

Fuente: propia	Cantidad de paneles en serie para formar una rama	3
	Cantidad de ramas en paralelo	2
	Cantidad total de paneles	6

Cantidad total de paneles

3.3.2. Calcular la cantidad de acumuladores

De los parámetros para seleccionar el acumulador que se deben asumir en primera instancia solamente será la profundidad de descarga, con la consideración que los acumuladores solares, son baterías de descarga profunda, que pueden tener descargas de 20% 50% y 80%, hasta 100%, lo

que permite minimizar el número de baterías ya que estos porcentajes son la cantidad de la capacidad de la batería que nosotros elegimos usar, el usar mayor porcentaje reduce la vida útil de la batería, por lo que el criterio que determina si es correcto la profundidad de descarga será la evaluación económica que se realiza al sistema, en nuestro caso empezaremos los cálculos con el 80%, seleccionando una batería común en el mercado:

Batería 250Ah AGN 12V TFS UPower

La cual trabaja a 12V, el inversor/cargador otorga 24 V en CD para cargar el banco de baterías por lo que se requerirán colocar 2 baterías en serie para obtener el voltaje del inversor elegido, como se determinó que se utilizaran al 80%, por lo que la capacidad máxima de la batería es de 250 Ah, solo se utilizara 200 Ah.

La energía requerida para almacenar en el banco de baterías será:

$$E_c = E_T \cdot N$$

Donde:

E_c : Energía del banco de baterías (kWh)

E_T : Energía teórica (kWh)

N : Días de autonomía

Tenemos:

Tabla 23

Fuente: propia

Energía teórica	5.63	kWh
Días de autonomía	2	
Energía del banco de baterías	11.26	kWh

Energía requerida del banco de baterías

Determinamos la capacidad requerida por el sistema considerando la energía que se requiere almacenar y el voltaje de la batería seleccionada.

Ecuación 15. Capacidad requerida del sistema

$$Cr = \frac{Ec}{V_{acu} \cdot 1000}$$

Donde:

Ec : Energía del banco de baterías (kWh)
 V_{acu} : Voltaje de la batería seleccionada (V)
 Cr : Capacidad requerida del sistema (Ah)

Tenemos:

Fuente: propia

Tabla 24

Energía del banco de baterías	11.265	Kwh/día
Voltaje del acumulador	24	V
Capacidad requerida del sistema	469.375	Ah

Capacidad requerida por el sistema

Considerando solo el 80% de la capacidad de los acumuladores se requerirán:

Ecuación 16. Capacidad requerida del sistema

$$N_{acu} = \frac{Cr}{C_{acu}}$$

Donde:

Cr : Capacidad requerida del sistema (Ah)
 C_{acu} : Capacidad del acumulador elegido (Ah)
 N_{acu} : Cantidad de acumuladores (Unid)

Tenemos:

Tabla 25

Fuente: propia	Capacidad requerida del sistema	469.375	Ah
	Capacidad arreglo en serie de batería (80%)	200	Ah
	Arreglos en serie de acumuladores	2.34	unid

Cantidad de acumuladores

Al igual que los paneles no se podrá tener un acumulador fraccionado por lo que se seleccionara el entero superior más próximo es decir se requerirá 3 arreglos en serie de acumuladores.

3.3.3. Seleccionar del inversor cargador

El inversor/cargador fue el condicionante para muchos parámetros del sistema este se seleccionó determinando la máxima demanda según la tabla 7 (cuadro de máxima demanda) que fue 1750 W, el inversor/cargador que Se selecciono fue el más acorde en el mercado a estos parámetros:

Inversor cargador MUSTE SOLAR 3000W 24V MPPT 60A

Justificando la selección, primero se debe mencionar los parámetros en la entrada y en las salidas del regulador

Tabla 26

Fuente: Ficha técnica del inversor cargador MUSTE SOLAR	Descripción	Especificación	Valor	
	Regulador de carga	Corriente máxima	60	A
		Voltaje máximo	145	VCD
	Cargador de batería	Voltaje de batería	24	VCD
		Voltaje de flotación	27	VCD
		Protección sobrevoltaje	31	VCD
	Inversor	Voltaje de salida	230 (±5%)	VAC

	Potencia pico (1 seg)	6000	VA
	Tipo de onda	Senoidal	

Características del inversor

Confrontándolo con las características del sistema para justificar su selección, se determina la corriente máxima del campo solar, como son solo dos ramas cada rama otorgara 8.56 A según la intensidad nominal del panel lo que hace 17.12 A del campo solar, lo demás parámetros ya están calculados o definidos y se muestran como sigue:

Tabla 27

Descripción	Especificación	Valor del inversor	Valor del sistema
Regulador de carga	Corriente máxima (A)	60	17.12
	Voltaje máximo (V)	145	112.2
Cargador de batería	Voltaje de batería (V)	24	24
Inversor	Voltaje de salida (V)	230 (±5%)	220
	Tipo de onda	Senoidal	Senoidal

Fuente: Propia

Comparación de parámetros

Figura 18

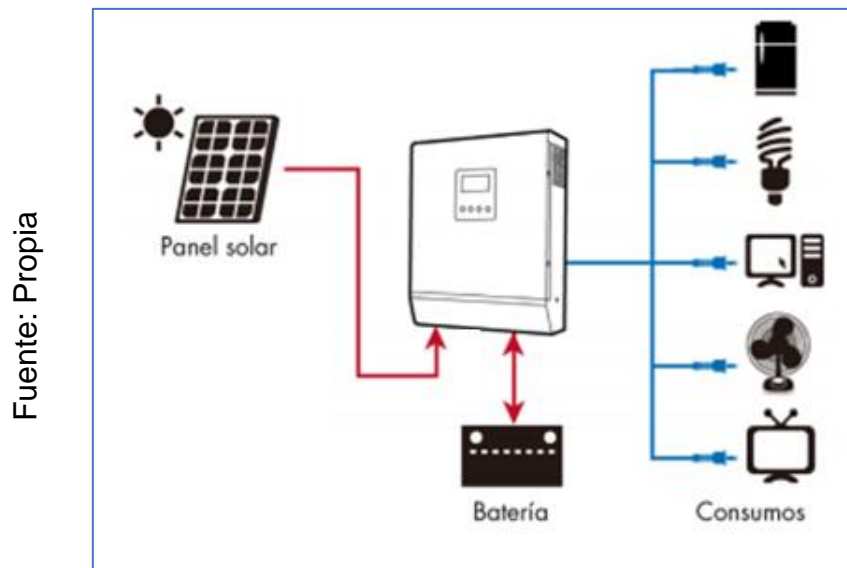
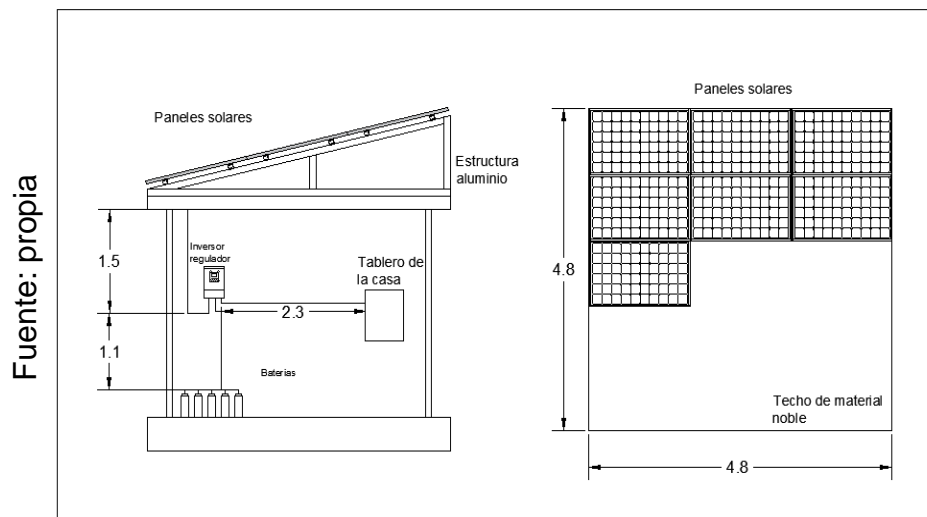


Diagrama de conexión del inversor

3.3.4. Selección de cables

Se deberá establecer la instalación del sistema, se plantea la siguiente disposición considerando la proximidad al tablero general y la estructura que se encuentra con mayor soporte para los paneles y construida alejada de la vegetación que causaría sombras indeseadas sobre los paneles solares, por lo que se usará la caseta donde está el grupo generador.

Figura 19



Instalación del sistema en caseta del grupo electrógeno

Se determina primero la instalación por las longitudes de los cables, las longitudes de los cables no son muy grandes por lo que solo se establecerá el criterio de transporte de carga, es decir que se elegirá los conductores de acuerdo a la capacidad de amperaje que soporten, se establecen por las características del equipo Inversor cargador

Tabla 28

Fuente: propia	TRAMO	INTENSIDAD DEL TRAMO	SECCION ELEGIDA	CAPACIDAD DE LA SECCION
		A	Mm2	A
	Paneles al Cargador	17.12	2.5	37
	Batería al Cargador	30	4	45
	Tablero de control al Cargador	8.86	4	45

Sección de cables

3.3.5. Dispositivos eléctricos de seguridad

Se establecerá una puesta a tierra horizontal de 5W ya que el terreno es agrícola se obvia el cálculo. Para los dispositivos de protección se establece solamente a la salida del inversor una llave termo magnética superior a la carga que pasa por el cable alimentador (30 A) e inferior a la capacidad de carga del cable (35 A) se determinó una llave termo magnética 32 A.

3.3.5.1. Dispositivos eléctricos de seguridad

Se establecerá una puesta a tierra horizontal de 5W ya que el terreno es agrícola se obvia el cálculo. Para los dispositivos de protección se establece solamente a la salida del inversor una llave termo magnética superior a la carga que pasa por el cable alimentador (30 A) e inferior a la capacidad de carga del cable (35 A) se determinó una llave termo magnética 32 A.

Figura 20

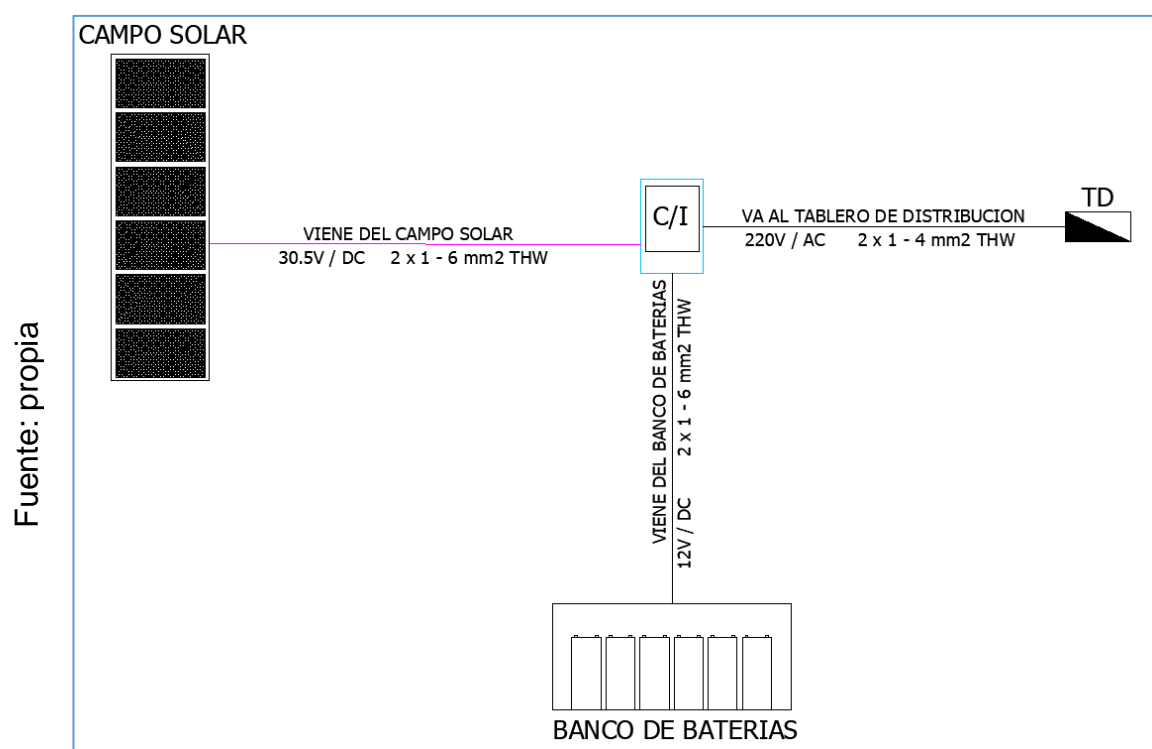


Diagrama unifilar del sistema

3.4. Evaluación económica del proyecto.

3.4.1. Determinación de costos

Los costos han sido generados de empresas que disponen de precios de los productos en sus WEB por lo que se tiene:

Figura 21

Fuente: <https://autosolar.es/baterias-gel-48v/bateria-de-gel-48v-sonnenschein-sb12100ah-c100>



Costo del panel y acumulador solar

Figura 22

Fuente: <https://autosolar.pe/inversores-24v/inversor-cargador-3000va-24v-pwm-must-solar>



Costo de Inversor Cargador

Se determinó los costos de inversión en:

Tabla 29

Fuente: propia

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	SUB TOTAL	TOTAL
MODULO FOTOVOLTAICO	UNIDAD	6	S/ 961.38	S/ 5,768.31
BATERIA DE LITIO	UNIDAD	6	S/ 1,319.74	S/ 7,918.44
INVERSOR REGULADOR	UNIDAD	1	S/ 2,022.86	S/ 2,022.86
CABLES 2.5 mm2	METRO	20	S/ 1.20	S/ 24.00
CABLE 4 mm2	METRO	40	S/ 2.20	S/ 88.00
TABLERO DE DISTRIBUCION TM: MONO 2-32A	UNIDAD	1	S/ 120.00	S/ 120.00
PUESTA A TIERRA	GLB	1	S/ 350.00	S/ 350.00
ESTRUCTURA DE ALUMINIO PARA PANEL SOLAR	UNIDAD	1	S/ 350.00	S/ 350.00
				S/ 16,641.61

Costo de Materiales

Se consideró la tasa de cambio del euro a la fecha 21 de junio del 2018 a S/. 3.84.

Tabla 30

Fuente: propia

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	SUB TOTAL	TOTAL
INSTALACION DE PANELES	GLB	1	S/ 800.00	S/ 400.00
INSTALACION DE SOPORTE PARA PANELES	GLB	1	S/ 600.00	S/ 500.00
INSTALACION DE CARGADOR INVERSOR	GLB	1	S/ 200.00	S/ 200.00
INSTALACION DE BATERIAS	GLB	1	S/ 300.00	S/ 150.00
				S/ 1,250.00

Costo de instalación

En cuanto al transporte será el costo de un flete desde el terminal en el centro de Chiclayo hasta el fundo, cuyo costo no pasa de S/. 200.00.

Con lo que podemos resumir el costo de la instalación en:

Tabla 31		
Fuente: propia	MATERIALES	S/ 16,641.61
	INSTALACION	S/ 1,250.00
	TRANSPORTE	S/ 200.00
		S/ 18,091.61
Costo de inversión		

El gasto de operación es inexistente ya que la central no requiere personal para su funcionamiento y el gasto de mantenimiento tampoco vendrá al caso ya que se efectuará por el mismo usuario.

Cabe mencionar que las baterías por la profundidad de descargar se cambiarán cada 12 años es decir que durante el periodo de vida de la central se cambiarán solo una vez, aunque parezca una exageración se puede apreciar en la ficha técnica de esta el argumento establecido por el fabricante:

Figura 23

Fuente: hoja técnica batería

Main Features

- AGM technology.
- Extremely high cyclic life.
- EUROBAT classification; 12+ years design life, Long Life.
- VRLA batteries, maintenance free, internal gas recombination efficiency 99%.
- Easy installation and commissioning.
- ABS V0 (flame retardant) container and lid.
- Battery 100% recyclable.

Vida útil de la batería

Donde se traduce “12 years design life” como 12 años de vida del diseño.

3.4.2. Determinación ingreso

El ingreso se determinará por el consumo en energía que tiene y que sustituiría el sistema fotovoltaico, el cual es un grupo electrógeno de 5 KW a de gasolina, siendo un promedio de gasto según el dueño del fundo María Angélica de:

Fuente: propia

Tabla 32

	Galones	Costo	Total	Anual
Consumo de combustible mensual	14	S/ 14.60	S/ 204.40	S/ 2,452.80

Consumo de combustible en el fundo

Y también se considerará el gasto semestral de mantenimiento que se promedia en cuanto a transporte reemplazo de piezas y/o lubricantes o reparaciones menores como:

Fuente: propia

Tabla 33

Mantenimiento semestral	S/ 350.00
-------------------------	-----------

Costo de mantenimiento

Estos son los costos que se evitaban con el sistema lo que se traduce como un ingreso por causa del proyecto de S/2,802.80 al año

3.4.3. Evaluación económica

Se realiza un flujo de caja considerando los ingresos y egresos durante el ciclo de vida de la central.

Tabla 34

Fuente: propia	AÑO	GASTO	ingreso	utilidad
	0	S/ 18,091.61		-S/ 18,091.61
	1		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	2		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	3		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	4		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	5		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	6		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	7		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	8		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	9		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	10		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	11		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	12	S/ 8,268.44	S/ 2,802.80	-S/ 5,465.64
	13		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	14		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	15		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	16		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	17		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	18		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	19		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80
	20		S/ 2,802.80	S/ 2,802.80

Flujo de caja

Como se ve en el primer año el monto será negativo ya que se considera como el año cero es decir el año donde el proyecto empieza a funcionar después no será necesario volver a gastar en el hasta el año doce que Según el fabricante será el requerido para el reemplazo de las baterías así los evaluadores económicos se calculan:

TIR	13%	
VAN	S/721.45	12.00%

Evaluadores económicos

Haciendo factible esta inversión.

IV. DISCUSIÓN

La investigación se basó en satisfacer la necesidad domiciliaria en el fundo María Angélica considerando el fundamento que el gasto para satisfacerse es alto ya que usan un motor de grupo generador para esto, se inició realizando un diagrama de carga para establecer cuanta energía al día consume el fundo, el determinar la energía diaria es la base para todo el estudio, ya que a ella debemos apuntar en satisfacer. Esta energía realmente no será la producida por el campo fotovoltaico ya que además de esta se deben considerar que los equipos que se seleccionen para que formen el sistema fotovoltaico y aun en su instalación demandan una pérdida de energía, por ejemplo, los cables demandan una pérdida por el efecto joule, el regulador inversor tiene un autoconsumo que debe ser suministrado también por el sistema fotovoltaico, las baterías no consumen energía, pero tienen una pérdida por autodescarga, lo que corresponde a que se deba aumentar en cierta manera la energía que se generara para que pueda suplir las pérdidas y el consumo que requiere el fundo.

Se determinó las horas solares que se tendrá a disposición al día para que los paneles puedan entregar toda la energía requerida, se logra considerando la radiación solar y la irradiancia que requiere el panel para entregar su potencia pico, estas horas solares son las que utilizaran para condicionar la potencia del panel a que produzca la energía suficiente para el fundo. Las baterías solares se establecieron con una profundidad de 80% de descarga ya que se encontró baterías adecuadas para este trabajo que según el proveedor establecen 12 años de garantía para su funcionamiento de manera similar al que se plantea. En base del amperaje que requiere las baterías para su carga, el amperaje que entrega como máximo el campo solar y el amperaje que se necesita en el fundo debido al requerimiento energético se seleccionó un regulador inversor que pueda trabajar bajo estos parámetros.

El fundo tiene una bomba para su riego, pero a diferencia de la investigación hecha por **Benalcázar** en el 2012, donde se dirigió netamente al riego por bombeo no se incluyó satisfacer la demanda de riego del fundo ya que el procedimiento es diferente para que tenga la opción a ser factible, el riego fotovoltaico no considera el uso de acumuladores lo que provoca una mejor rentabilidad económica, en nuestro caso es justamente el gasto en baterías lo que volvió muy inestable la evaluación económica, ya que ellas son el primer equipo que se degrada de acuerdo a su profundidad de descarga, mientras mayor sea la profundidad de descarga menor es su vida útil, mientras los otros equipos tienen un vida útil mucho mayor como los paneles solares que según fabricante tienen una vida de 25 años, y el inversor regulador que llega a durar hasta 22 años lo que determina que no se requerirá hacer nuevamente inversión sobre estos equipos, durante toda la vida del proyecto.

En esta investigación se establece concordancia con la investigación de **Piris** aunque se enfocan en diferentes finalidades, ya que él dirige su investigación a una comunidad pequeña, y aunque el fundo María Angélica también ingresa dentro de este concepto de estar aislado, la diferencia radica en el consumo energético que esta tiene, ya que a diferencia de la investigación por Piris no se determinó una demanda solo por iluminación y calefacción sino por un consumo de un fundo como negocio o como carga establecida en una Urbe, la carga que tiene el fundo es muchísimo mayor a la que se determinaría para este si se consideraría dentro de un proyecto como parte de una localidad aislada. El gasto económico mensual que tiene el fundo debido a toda su carga es lo que vuelve rentable a esta investigación, si el fundo se tuviera otra opción de abastecerse de energía sería muy probable que el sistema fotovoltaico no se la opción más rentable.

CONCLUSIONES

- La demanda de energía diaria en el fundo es de 5.63 kWh, con una máxima demanda de 1.75 kW, tiene una potencia instalada de 2.95 kW, el factor de carga es de 19% y su factor de simultaneidad es de 59%.
- Los niveles de radiación se establecieron de dos fuentes de la NASA en el cual se estipula una radiación mensual promedio mínima en el año de 4.47 kWh/m² en el mes de junio, y en el atlas solar cuya información proviene desde el 2003 entre 5.5 y 6 kWh/m², se tomó la información de la NASA por ser más actual ya fue tomada en el 2017.
- El sistema de generación fotovoltaica concluyo en 6 paneles policristalino JKM320PP-320Wattios Jinko de 320 Wp, 6 Baterías de 250Ah AGN 12V TFS UPower, y 1 Inversor cargador MUSTE SOLAR 3000W 24V MPPT 60A.
- Para la evaluación económica del proyecto se determinó un tiempo de vida igual al de los paneles e inversor, de 20 años teniéndose un gasto en la inversión de S/. 18,091.61 y un gasto a los 10 años de las baterías de S/. 8,268.44, el ingreso se determina por el consumo anual de combustible de S/. 2 452.80 y S/. 350.00 el mantenimiento del grupo generador, aplicando los indicadores económicos TIR y VAN obtenemos valores 13% y S/. 721.45.

RECOMENDACIONES

- Calcular solamente la demanda de energía ya que es suficiente para realizar el cálculo de los componentes del sistema fotovoltaicos.
- No existe información consistente de fuentes nacionales que puedan servir para este tipo de investigaciones, se debe usar los datos de la NASA como fuente de datos en estos casos.
- la cantidad de tecnología actual para los sistemas fotovoltaicos es abundante, se recomienda usar tablas de cálculo para realizar varias configuraciones que resulten más aprovechables.
- Se recomienda reformular los costos al año que se decida hacer la inversión ya que la tecnología tiene una tendencia a disminuir los costos y a sacar tecnologías con mayores prestaciones dependiendo a donde se dirijan.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

GARCIA, V, GONZALES F. y GONZALES J. (2014) Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior. Málaga, España: IC Editorial. 250 pp. ISBN: 978-84-16271-45-0

STAFF, E. (2002). Circuitos magnéticos y transformadores. Barcelona: Editorial Reverte. 697 pp. ISBN: 84-291-3050-0

CANTOS J. (2016). Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas. España: Ediciones Paraninfo, S.A. 360 pp. ISBN: 978-84-283-3756-4

López, A. (2015) Diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda aislada. Tesis. Proyecto de Ingeniería Técnica Industrial universidad Robira 1 virgilia: España. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1919/BC-TES-TMP-765.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BENALCÁZAR, G. (2012). Diseño y construcción de un prototipo de un sistema de bombeo de agua utilizando energía fotovoltaica. Tesis de grado. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.

Valdivieso, P. (2014). Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP. Lima: Perú. Disponible en: <http://antusol.webcindario.com/sistemafotovoltaico.html>

Inzunza, J. (2013). "Meteorología Descriptiva". Instituto Geofísico del Perú. Lima-Perú.

Sánchez, D. (2012) sistema de energía solar fotovoltaica aislado para una vivienda unifamiliar aislada. Tesis de grado. Universidad Carlos III DE Madrid: España.

Reglamento Técnico Especificaciones Técnicas y Procedimientos de Evaluación del Sistema Fotovoltaico y sus Componentes para Electrificación Rural (2007)

Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FAMM), 2009.
Ministerio de Energía y Minas, 2012)

Orbegoso, C. y Arivilca, R. (2010). Energía Solar Fotovoltaica. Manual técnico para instalaciones domiciliarias.

PASQUEVICH, D. (2016) La Creciente demanda mundial de energía frente a los riesgos ambientales. Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable. (Consultado el 22 Octubre 2016). Argentina. 28 p. Disponible en: <http://aargentina.pciencias.org/2/index.php/grandes-temas-ambientales/energia-y-ambiente/161-la-creciente-demanda-mundial-de-energia-frente-a-los-riesgos-ambientales>.

PIRIS, I. (2013). Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú. Tesis de Grado. Universidad Nacional Agraria de la Molina. Lima, Perú.

ANEXOS

ANEXO 01. FICHAS TECNICAS DE EQUIPOS SELECCIONADOS

Fabricación europea

Made in Europe

SERIE TFS & RS

AGM CICLO PROFUNDO

Características

- Tecnología AGM.
- Diseño de vida extremadamente alto en uso cíclico.
- Clasificación EUROBAT: 12 + Larga Vida.
- Baterías VRLA, sin mantenimiento, 99% eficiencia en la recombinación interna de gases.
- Fácil instalación y comprobación.
- Carcasa de ABS V0, retardante de llama.
- Batería 100% reciclable.

Aplicaciones

Energía fotovoltaica, auto caravanas, caravanas, barcos, carretillas elevadoras, plataformas elevadoras, vehículos eléctricos, barredoras, fregadoras, elevadores, apiladores, luminarias de carretera.

DEEP CYCLE AGM

Main Features

- AGM technology.
- Extremely high cyclic life.
- EUROBAT classification; 12+ years design life, Long Life.
- VRLA batteries, maintenance free, internal gas recombination efficiency 99%.
- Easy installation and commissioning.
- ABS V0 (flame retardant) container and lid.
- Battery 100% recyclable.

Main uses

Solar energy systems, mobile homes, street solar lighting, vessels, fork lifts, lifting platforms, electrical vehicles, sweepers, scrubbing machines, electric stackers, etc.

Model	Nominal Voltage (V)	Rated Capacity (AH) 10HR	Dimension								Weight	I.R.	Terminal type
			Length		Width		Height		Total Height				
			mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	kg		
UP-TFS250-12	12	250	555	21.8	125	4.9	320	12.6	320	12.6	57.3	4.03	1+1 FA
UP-RS250-6	6	255	386	15.3	168	6.7	232	9.1	232	9.1	35.0	1.4	1+1 TA
UP-RS300-4	4	308	386	15.3	168	6.7	232	9.1	232	9.1	36.0	0.81	1+1 TA
UP-RS500-2	2	500	386	15.3	168	6.7	232	9.1	232	9.1	28.5	0.39	2+2 FA
UP-RS625-2	2	625	386	15.3	168	6.7	232	9.1	232	9.1	32.0	0.35	2+2 FA
UP-RS775-2	2	775	386	15.3	168	6.7	232	9.1	232	9.1	36.0	0.31	2+2 TA

* Las medidas y especificaciones están sujetas a modificaciones sin previo

* Technical specifications may be change without any notice,



JKM320PP-72 305-320 Watos

MÓDULO POLICRISTALINO

Tolerancia positiva 0/+3%

Fábrica con certificación ISO9001:2008,
ISO14001:2004, OHSAS18001

Productos con certificación IEC61215, IEC61730



Principales características



Potencia Elevada:

Los módulos de 72 células policristalinos alcanzan potencias de hasta 320Wp.



Garantía Anti-Degradación Potencial Inducida (PID):

Se garantiza una degradación limitada de la potencia del módulo Eagle causada por la Degradación Potencial Inducida (PID por sus siglas en inglés) bajo condiciones de 60°C/85% de humedad relativa para la producción en masa.



Rendimiento con baja irradiación lumínica:

El avanzado cristal y el texturizado de la superficie de la célula fotovoltaica permiten un resultado excelente en condiciones de baja irradiación lumínica.



Resistencia en condiciones climatológicas adversas:

Certificado para soportar rachas de viento (2.400 Pascal) y cargas de nieve (5.400 Pascal).



Resistencia en condiciones ambientales extremas:

Alta resistencia a la brisa marina y al amoníaco, certificado por TÜV NORD.

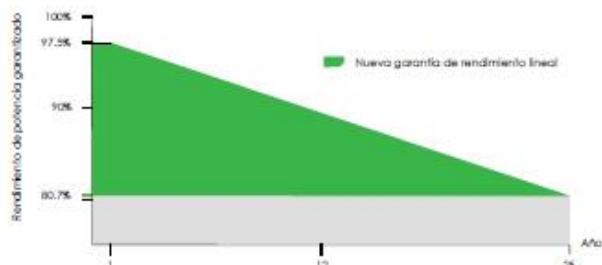


Coefficiente de Temperatura:

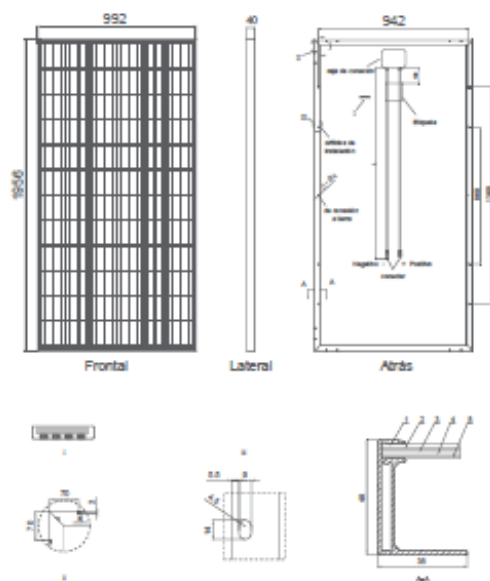
El coeficiente de temperatura mejorado reduce la pérdida de potencia en altas temperaturas.

GARANTÍA DE RENDIMIENTO LINEAL

10 Años de garantía de producto • 25 Años de garantía de potencia lineal



Dibujos técnicos

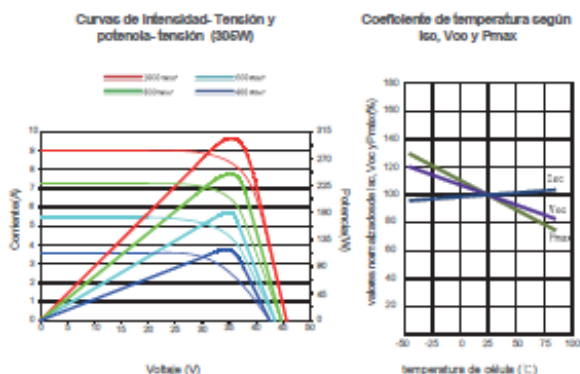


Embalaje

(Dos cajas = un palet)

25 pzs./caja, 50 pzs./caja, 600 pzs./40 'HQ contenedores

Rendimiento eléctrico y dependencia de la temperatura



Características mecánicas

Tipo de célula	Policristalina 156×156 mm (6 pulgadas)
Nº de células	72 (6×12)
Dimensiones	1956×992×40mm (77,01×39,05×1,57 pulgadas)
Peso	26,5 kg (58,4 libras.)
Vidrio frontal	4,0mm, alta transmisión, bajo contenido en hierro, vidrio templado
Estructura	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexión	Clase IP67
Cables de salida	TÜV 1×4,0 mm², Longitud: 900mm

ESPECIFICACIONES

Tipo de módulo	JKM305PP		JKM310PP		JKM315PP		JKM320PP	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Potencia nominal (Pmáx)	305Wp	226Wp	310Wp	231Wp	315Wp	235Wp	320Wp	238Wp
Tensión en el punto Pmáx-VMPP (V)	36.8V	33.6V	37.0V	33.9V	37.2V	34.3V	37.4V	34.7V
Corriente en el punto Pmáx-IMPP (A)	8.30A	6.72A	8.38A	6.81A	8.48A	6.84A	8.56A	6.86A
Tensión en circuito abierto-VOC (V)	45.6V	42.2V	45.9V	42.7V	46.2V	43.2V	46.4V	43.7V
Corriente de cortocircuito-ISC (A)	8.91A	7.22A	8.96A	7.26A	9.01A	7.29A	9.05A	7.30A
Eficiencia del módulo (%)	15.72%		15.98%		16.23%		16.49%	
Temperatura de funcionamiento (°C)	-40°C~+85°C							
Tensión máxima del sistema	1000VDC (IEC)							
VALORES máximos recomendados de los fusibles	15A							
Tolerancia de potencia nominal (%)	0~+3%							
Coeficiente de temperatura de PMAX	-0.40%/°C							
Coeficiente de temperatura de VOC	-0.30%/°C							
Coeficiente de temperatura de ISC	0.06%/°C							
TEMPERATURA operacional nominal de célula	45±2°C							

STC: Radiación 1000 W/m² Célula módulo 25°C AM=1.5

NOCT: Radiación 800 W/m² Ambiente módulo 20°C AM=1.5 Velocidad del viento 1m/s

• TOLERANCIA de medición de potencia: ± 3%

MUST®

Inversor Cargador y Regulador de Carga **MUST SOLAR 3000W 24V MPPT 60A**



EL EQUIPO **TODO EN UNO** PARA INSTALACIONES SOLARES

El Inversor Cargador Must Solar tiene 3 funciones principales:

- Un regulador de carga de 60A MPPT, que nos permite instalar cualquier tipo de paneles solares respetando los límites de voltaje.
- Un cargador de baterías de 30A de carga a 24V, con el que podrá cargar las baterías desde un generador o red eléctrica.
- La parte de potencia del Must Solar es un inversor de onda pura de 3000W, con una punta de arranque de hasta 6000VA para cortos espacios de tiempo. (durante 1 seg).



MUST SOLAR 3000W 24V



**MUST SOLAR 3000W 24V
MPPT 60A**

P. Ind. El Bony, C/ 26 Nave 247, 46470 Catarroja. Valencia, España
✦ Teléfono: 961 430 113 ✦ eMail: autosolar@autosolar.es



REQUISITOS INSTALACIÓN

1 - Será necesaria que la conexión de las baterías al inversor se efectúe antes que cualquier otra conexión, de lo contrario podría causar fallo en el mismo. Primero conectar el cable en el terminal del inversor y por último sobre el borne de batería.

2 - No deberemos superar los 145V_{OC} de voltaje desde paneles solares (para ello ver los valores del panel solar), dado que podríamos causar un fallo en el regulador de carga por sobrevoltaje

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Regulador de Carga

Regulador de Carga	Valor
Corriente Máxima	60 A
Voltaje Máximo de Paneles	145 VDC
Consumo Stand By	20 W

Cargador de Batería

Voltaje de Batería	24 V
Voltaje en Flotación	27 VDC
Protección Sobrevoltaje	31 VDC
Corriente de Carga Máxima	30 A

Inversor

Voltaje de Salida (+/- 5%)	230 VAC
Potencia Pico (1 seg)	6000VA
Eficiencia	93%
Tipo de Onda	Senoidal Pura

Características Físicas

Dimensiones mm (Largo x Alto x Ancho)	272x355x100
Peso (Kg)	11
Temperatura Funcionamiento	0 a 55°C
Temperatura de Almacenamiento	-15 a 60°C

INTERIOR MUST SOLAR



Entrada y Salida 230V Alterna

Hay que respetar la serigrafía de los 3 conectores tanto de la entrada (AC IN) como de la salida de potencia (AC OUT) y siempre con el



Visión General de conexiones.

Aquí se muestran los bornes de baterías y la entrada PV de paneles, situadas entre los ventiladores.



Display para Control

El Inversor dispone de una pantalla donde poder visualizar a tiempo real lo que está ocurriendo en la instalación.

THW-90

Usos

Aplicación general en instalaciones fijas, edificaciones, interior de locales con ambiente seco o húmedo, conexiones de tableros de control y en general en todas las instalaciones que requieran mayor capacidad de corriente al TW-80.

Descripción

Conductores de cobre electrolítico recocido, sólido, cableado ó flexible. Aislamiento de PVC.

Características

Buena resistencia dieléctrica, resistencia a la humedad, productos químicos, grasas, aceite y al calor hasta la temperatura de servicio. Retardante a la llama.

Marca

INDECO S.A. THW-90 450/750 V <Sección> <Año de Fabricación>

Calibres

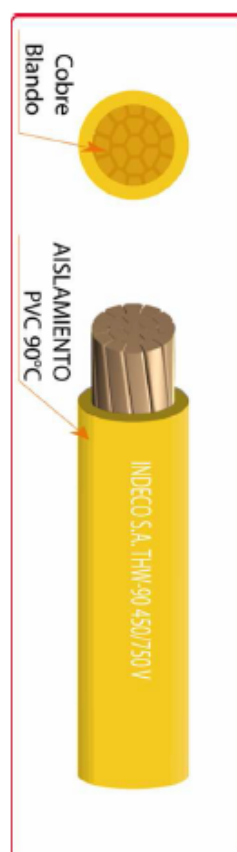
2.5 mm² - 500 mm²

Embalaje

De 2.5 a 10 mm²: En rollos estándar de 100 metros.
De 16 a 500 mm²: En carretes de madera.

Colores

De 2.5 a 10 mm²: Amarillo, azul, blanco, negro, rojo y verde.
Mayores de 16 mm²: Solo en color negro.



Normas de Fabricación
NTP 370.252
Tensión de servicio
450/750 V
Temperatura de operación
90°C

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (mm²)

CALIBRE CONDUCTOR	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	32	37	27
4	7	0.84	2.44	0.8	4.1	47	45	34
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	67	61	44
10	7	1.33	3.99	1.1	6.2	117	88	62
16	7	1.69	4.67	1.5	7.7	186	124	85
25	7	2.13	5.88	1.5	8.9	278	158	107
35	7	2.51	6.92	1.5	10	375	197	135
50	19	1.77	8.15	2	12.3	520	245	160
70	19	2.13	9.78	2	13.9	724	307	203
95	19	2.51	11.55	2	15.7	981	375	242
120	37	2.02	13	2.4	18	1245	437	279
150	37	2.24	14.41	2.4	19.4	1508	501	318
185	37	2.51	16.16	2.4	21.1	1866	586	361
240	37	2.87	18.51	2.4	23.5	2416	654	406
300	37	3.22	20.73	2.8	26.5	3041	767	462
400	61	2.84	23.51	2.8	29.3	3846	908	541
500	61	3.21	26.57	2.8	32.3	4862	1037	603

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (AWG / MCM)

CALIBRE CONDUCTOR	SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
								AIRE	DUCTO
AWG/MCM	mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
14	2.1	7	0.60	1.75	0.8	3.4	28	35	25
12	3.3	7	0.76	2.20	0.8	3.8	40	40	30
10	5.3	7	0.96	2.78	0.8	4.4	59	56	40
8	8.4	7	1.20	3.61	1.1	5.9	98	80	56
6	13.3	7	1.53	4.60	1.5	7.6	161	107	75
4	21.1	7	1.93	5.80	1.5	8.9	240	141	96
2	33.6	7	2.44	7.31	1.5	10.4	363	192	130
1/0	53.4	19	1.87	8.58	2	12.7	570	260	170
2/0	67.4	19	2.10	9.64	2	13.8	704	300	197
3/0	85.1	19	2.35	10.82	2	15	871	350	226
4/0	107.2	19	2.64	12.15	2.4	17.1	1109	406	260
250	126.7	37	2.06	13.25	2.4	18.2	1289	457	290
300	151.9	37	2.25	14.51	2.4	19.5	1527	505	321
350	177.5	37	2.44	15.69	2.4	20.6	1769	569	350
500	253.1	37	2.91	18.73	2.8	24.5	2512	699	429

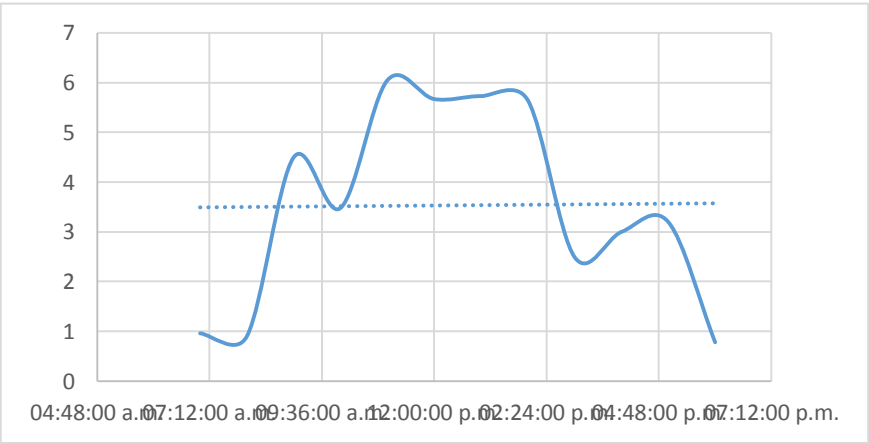
(*) NO MAS DE TRES CONDUCTORES POR DUCTO / TEMPERATURA AMBIENTE 30°C.

ANEXO 2.- Mediciones de nivel de la radiación solar en Campo



Mediciones realizadas de primera fuente en la localidad por medio de un medidor de energía solar.

08/08/2018		
ITEM	HORA	RADIACION
	h	kwh/m2
1	07:00:00	0.96
2	08:00:00	0.9
3	09:00:00	4.5
4	10:00:00	3.48
5	11:00:00	6.048
6	12:00:00	5.67
7	13:00:00	5.73
8	14:00:00	5.646
9	15:00:00	2.49
10	16:00:00	3
11	17:00:00	3.198
12	18:00:00	0.78
PROMEDIO		3.53



Representación gráfica de nivel de radiación promedio diario

TES-1333/1333R Solar Power Meter



FEATURES

- Wide spectral range.
- Excellent long term stability.
- Cosine corrected.
- Automatic transmission measurements.
- Select either power or transmission.
- Solar energy power or transmission.
- Current time setting function.
- User calibration factor setting function.
- End-mount light sensor.
- Select either W/m² or Btu / (ft²*h) units
- Data Hold / MAX / AVG modes.
- Data Memory and Read function. (99 sets.)
- Auto Data memory (TES-1333)
- RS232 interface to PC. (TES-1333R)




APPLICATIONS

- Meteorology
- agriculture
- solar radiation measurement
- solar power research
- physics and optical laboratories
- solar transmission measurement
- identify high performance windows

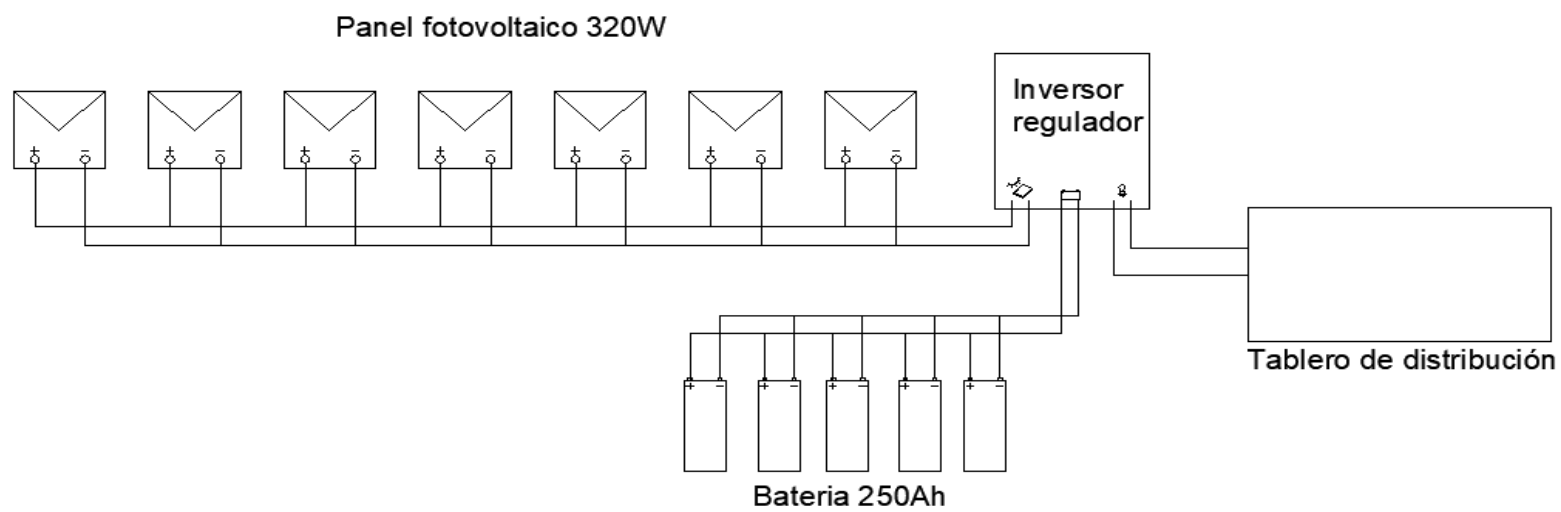


SPECIFICATION

Display	3-1/2 digits. Max indication 1999
Range	2000W/m ² 、634Btu/(ft ² *h)
Resolution	0.1W/m ² 、1Btu/(ft ² *h)
Spectral response	400-1100nm
Accuracy	Typically within $\pm 10\text{W/m}^2$ [$\pm 3 \text{ Btu} / (\text{ft}^2*\text{h})$] or $\pm 5\%$, whichever is greater in sunlight; Additional temperature induced error $\pm 0.38\text{W/m}^2 / ^\circ\text{C}$ [$\pm 0.12 \text{ Btu} / (\text{ft}^2*\text{h}) / ^\circ\text{C}$] from 25°C
Angular accuracy	Cosine corrected <5% for angles <60 °

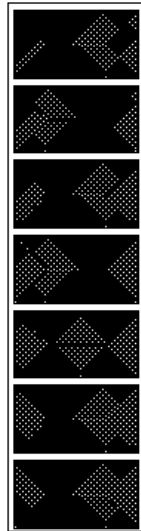
Drift	<±2% / per year
Calibration	User recalibration available
Over-input	Display shows "  "
Sampling Time	Approx. 0.4 second
Manu data memory and read	99 sets
Auto data memory	32000 sets (TES-1333R)
Battery	4pcs size AAA
Battery Life	Approx. 100 hours
Operating temp and humidity	0 °C to 50 °C below 80%RH
Storage temp and Humidity	-10 °C to 60 °C below 70% RH
Weight	Approx. 165g
Dimension	111(L)*64(W)*34(H)mm
Accessories	Carrying Case, Operation Manual, 4 pcs size AAA, RS-232 cable (for TES-1333R), CD software (For TES-1333R)

ANEXO 03 Planos



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: Las cotas se expresan en m		 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
NOMBRE: JOSE ERLIN QUISPE FERNANDEZ		TÍTULO: DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN FUNDO MARIA ANGÉLICA - JAYANA	
PLANO: E 1		N° DE HOJO: ESQUEMA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA	A4
ESCALAS:		HOJA 1 DE 1	

CAMPO SOLAR



VIENE DEL CAMPO SOLAR
30.5V / DC 2 x 1 - 6 mm² THW

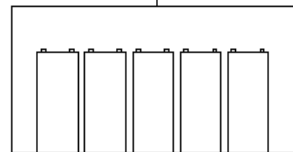
C/I

VA AL TABLERO DE DISTRIBUCION
220V / AC 2 x 1 - 4 mm² THW


TD

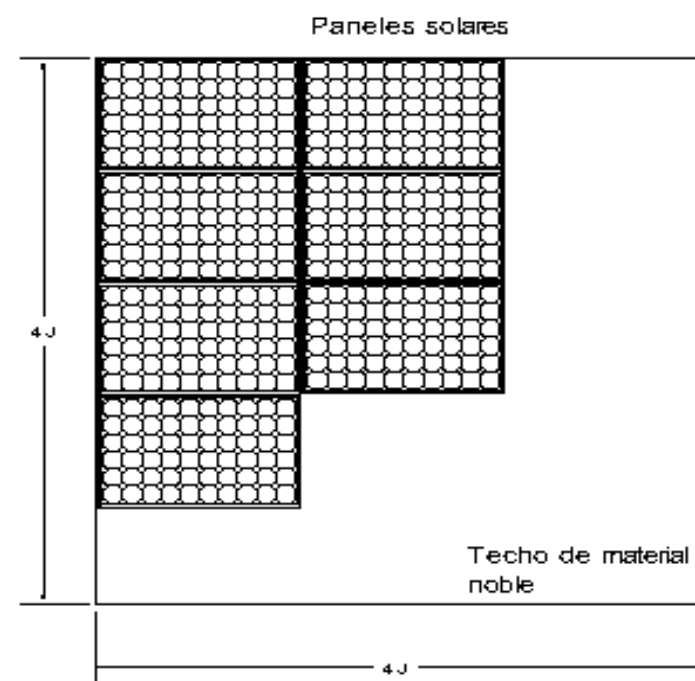
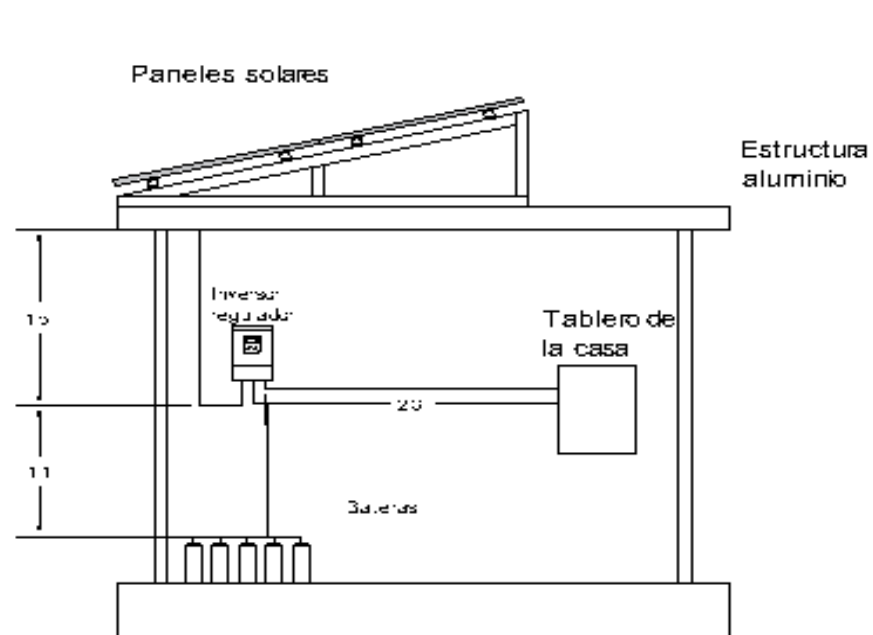


VIENE DEL BANCO DE BATERIAS
12V / DC 2 x 1 - 6 mm² THW

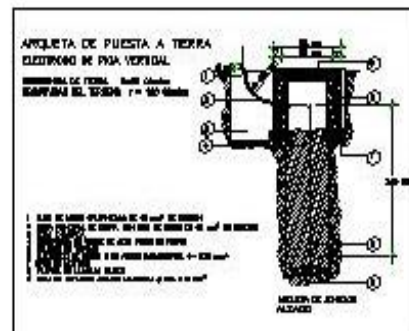
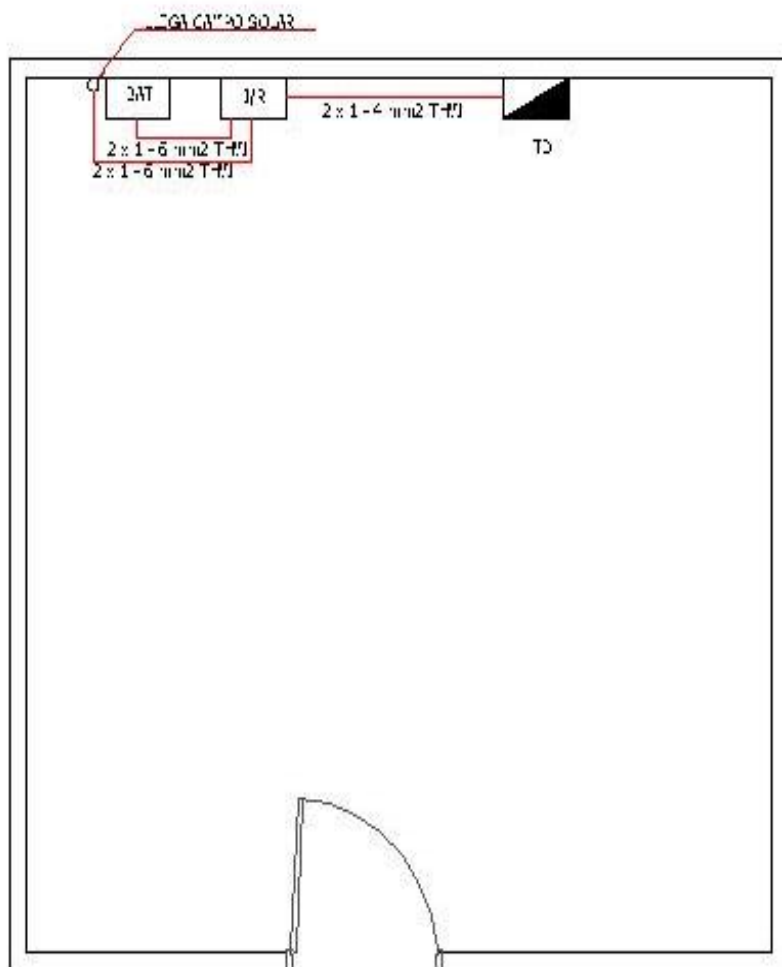



BANCO DE BATERIAS

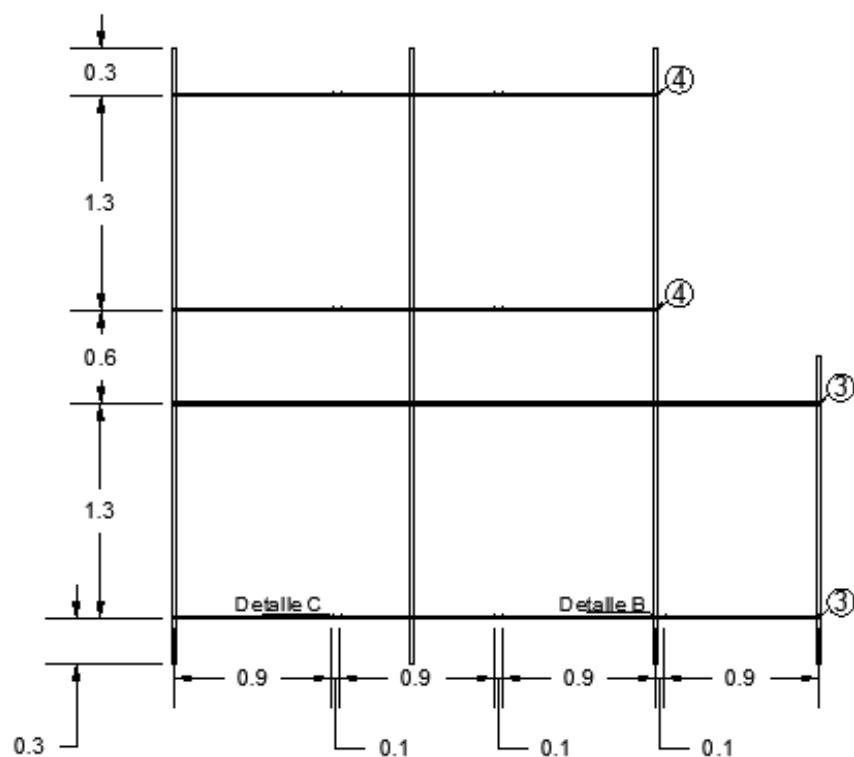
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO Las cotas se expresan en m		 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
NOMBRE: JOSE ERLIN QUISPE FERNANDEZ		TITULO: DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN FUNDO MARIA ANGÉLICA - JAYANA	
PLANO: E 2		N° DE DIBUJO: DIAGRAMA UNIFILAR ALIMENTADORES	A4
ESCALA: 1/100		HOJA 1 DE 1	



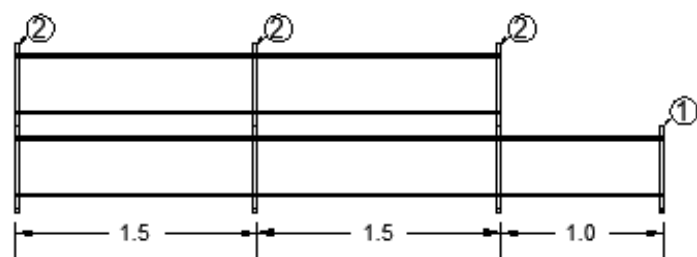
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: Las cotas se expresan en m.		 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
NOMBRE: JOSE ERLIN QUISPE FERNANDEZ		TÍTULO: DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN FINCA MARIA ANGÉLICA - JAYANA	
PLANO: E3		N° DE COPIA: DISTANCIAS ENTRE DISPOSITIVOS	
		A4	
ESCALA:		HOJA 1 DE 1	




LEYENDA		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	ALTURA S.N.P.E.
—	CABLEADO ELÉCTRICO, PAREDES, PISO, TUBERÍA	
■	PUERTA, VENTANA	1.2
□	CABLEADO ELÉCTRICO	1.2
□	PUERTA, VENTANA	
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
NOMBRE	TÍTULO	
JOSE ERILIN QUOSPE FERNANDEZ	DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN FUNDO MARIA ANGELICA - JAYAWA	
E4	PLANO ELECTRICO	A4
FECHA		HOJA 3 DE 3

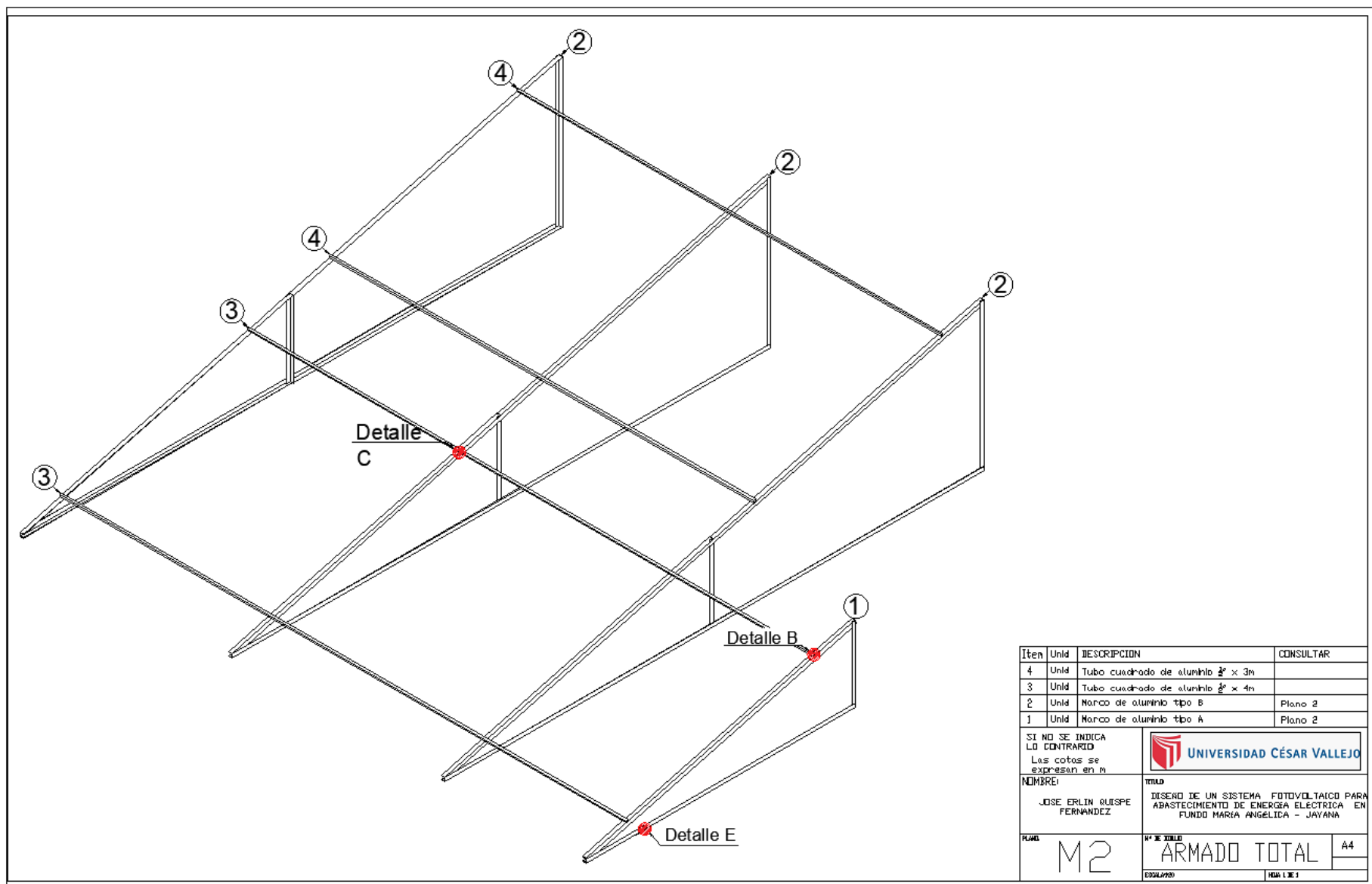


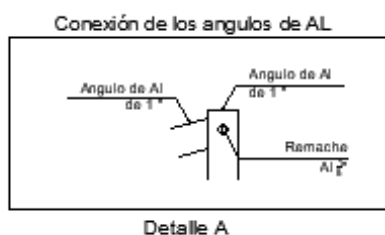
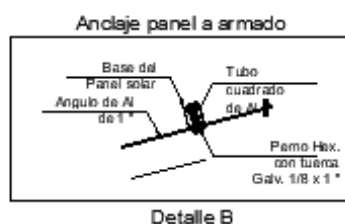
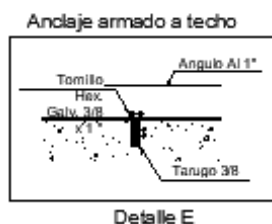
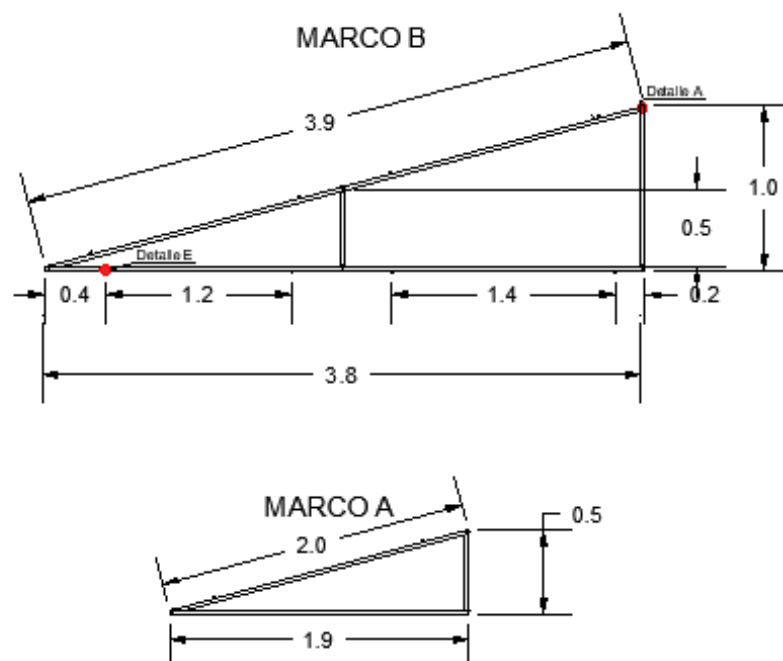
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL

Item	Unid	DESCRIPCION	CONSULTAR
4	Unid	Tubo cuadrado de aluminio $\frac{1}{2} \times 3n$	
3	Unid	Tubo cuadrado de aluminio $\frac{1}{2} \times 4n$	
2	Unid	Marco de aluminio tipo B	Plano 2
1	Unid	Marco de aluminio tipo A	Plano 2
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: Las cotas se expresan en m		 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
NOMBRE: JOSE ERLIN GUISEP FERNANDEZ		TÍTULO DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN FUNDO MARÍA ANGÉLICA - JAYANA	
PÁG M1		Nº DE HOJA VISTAS DE ARMADO	A4
EVALUADO		HOJA 1 DE 1	





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO. Los cotas se expresan en m		 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
NOMBRE: JOSE ERLIN GUISEP FERNANDEZ		TÍTULO: DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN FUNDO MARÍA ANGÉLICA - JAYANA	
PLANO: M3		N° DE DISEÑO: DETALLES DE ARMADOS	A4
ELABORADO:		HOJA 1 DE 1	



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Deciderio Enrique Díaz Rubio, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, filial Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada: **"DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTÁICO PARA ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN FUNDO MARÍA ANGÉLICA - JAYANCA"**, del bachiller:

QUISPE FERNANDEZ, JOSE ERLIN

Constato que la Tesis tiene un índice de similitud de 24% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 19 de marzo del 2019



Firma

Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio

16728343



Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: Quispe Fernández José Erlin
D.N.I. : 70043948
Domicilio : Calle Alfonzo Ugarte N° 356 Saña- Chiclayo
Teléfono : Fijo : Móvil : 976433376
E-mail : jose_te90@hotmail.es

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

☒ Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERIA
Escuela : INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA
Carrera : INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA
Título : INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

☐ Tesis de Post Grado

☐ Maestría

☐ Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:
Quispe Fernandez Jose Erlin

Título de la tesis:

Diseño de un sistema fotovoltaico para abastecimiento de energía eléctrica
en Fundo María Angélica- Jayanca.

Año de publicación : 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Fecha :

19-02-19



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

QUISPE FERNANDEZ JOSE ERLIN

INFORME TITULADO:

"DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTÁICO PARA ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN FUNDO MARÍA ANGÉLICA - JAYANCA".

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

SUSTENTADO EN FECHA: 14 DE DICIEMBRE DEL 2018

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR MAYORÍA



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN